زلزله‌ها

شناخت علمی پدیده زلزله

برای کودکان ونوجوانان



جنیس ون کلیو

ترجمه

شیرین اخوان



آموزش همگانی

پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

«زلزله ها»

شناخت علمی پدیدهٔ زلزله
برای کودکان و نوجوانان

جنیس ون کلیو

ترجمه

شیرین اخوان

تیرماه ۱۳۷۹



پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

QE	کلیو، جنیس ون	Cleave, Janice Van
۵۳۱	زلزله ها: شناخت علمی پدیده زلزله برای کودکان ونوجوانان / جنیس ون کلیو؛	
۸ ک/	ترجمه: شیرین اخوان. - تهران: پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله،	
۸ ز	۱۳۷۹.	
۱۳۷۹	د، ۹۹ ص.: مصور.	
	عنوان اصلی:	Earthquakes
	کتابنامه:	
	شابک: ۳-۱۲-۶۴۹۰-۹۶۴	ISBN: 964-6490-12-3
	۱. زلزله - به زبان ساده. ۲. زلزله شناسی - به زبان ساده. الف. اخوان، شیرین، مترجم. ب. عنوان.	

نام کتاب: زلزله ها
مترجم: شیرین اخوان
چاپ اوّل: تابستان ۱۳۷۹
تیراژ: ۳۰۰۰ جلد
بها: ۸۰۰۰ ریال
لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز چاپ و انتشارات وزارت امور خارجه
شابک: ۳-۱۲-۶۴۹۰-۹۶۴ ISBN: 964-6490-12-3

پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله: تهران، خیابان شهید دکتر لواسانی (فرمانیه)، دیباجی شمالی، خیابان ارغوان، پلاک ۲۶
تلفن: ۹-۲۸۳۱۱۱۶
نمابر: ۲۲۹۹۴۷۹

این نوشته را به

همسر ارجمندم

که در ترجمه، تدوین و آماده سازی کتاب

مشاور و یاورم بود

تقدیم می‌کنم.

شیرین اخوان

تیرماه ۱۳۷۹

پیشگفتار مترجم

زلزله، همانند باران و برف، باد و آتشفشان، پدیده ای طبیعی است که بر اثر تغییراتی در پوستهٔ کرهٔ زمین رخ می دهد. متأسفانه وقوع زلزله ها همه ساله هزاران قربانی به جای می گذارند و خسارات مالی و اقتصادی شدیدی مانند نابودی شهرها و روستاها، انهدام مناطق کشاورزی باارزش، تخریب و تغییر سواحل و مسیر رودخانه ها، تخریب مراکز بزرگ صنعتی، تأسیساتی، ارتباطی و آموزشی را به دنبال دارند. زلزله های شدید همچنین باعث از هم پاشیدگی خانواده ها، بی خانمانی افراد، مشکلات بهداشتی و سوء تغذیه، رکود یا تعطیلی مراکز آموزشی و خدماتی، بیکاری، مهاجرت اجباری و از بین رفتن سرمایه ها شده و روند توسعهٔ جوامع را متوقف می سازند. کشور ما ایران نیز در یکی از مناطق زلزله خیز کره زمین قرار گرفته و همه ساله زلزله های متعددی در نواحی مختلف کشور روی می دهد. بعضی از این زلزله ها بسیار شدید بوده و خسارات جانی و مالی فراوانی به جا گذاشته اند که برای مثال می توان از زلزله های چند سال اخیر منجیل (۱۳۶۹)، بجنورد (۱۳۷۵) و اردبیل (۱۳۷۵) نام برد.

تجربیات گذشته نشان داده است که پدیدهٔ طبیعی زلزله هنگامی به سانحه تبدیل می شود که جوامع آماده رویارویی با آن نباشند. خوشبختانه بشر امروز دانش کافی و عوامل مؤثری برای جلوگیری از آثار سوء سوانح طبیعی و یا حداقل کاهش صدمات و خسارات ناشی از آنها را در اختیار دارد. آموزش همگانی و آماده سازی اقشار جامعه در چارچوب مدیریت صحیح بحران یکی از عوامل مؤثر در کاهش خطرهای ناشی از وقوع سانحهٔ زلزله می باشد که باید جزو بخش مهمی از روند برنامه های توسعهٔ پایدار کشور به حساب آمده و بودجه و نیروی کارشناسی ویژه خود را داشته باشد. مطالعات انجام شده نشان می دهند که منافع اجرای چنین برنامه هایی بسیار بیشتر از مخارج آنها بوده و برای آمادگی در برابر سوانح طبیعی مانند زلزله، در کشورهای در حال توسعه، بسیار ضروری می باشند.

هدف نهایی هر برنامهٔ آموزش همگانی باید آماده سازی تمام اقشار جامعه برای مراحل سه گانه چرخه سانحه زلزله (مراحل پیش، هنگام و پس از وقوع) باشد. در میان اقشار مختلف جامعه آموزش کودکان و نوجوانان دارای اهمیت ویژه ای است زیرا:

- آمارهای سازمان برنامه و بودجه نشان می دهد که حدود ۵۰٪ جمعیت حاضر کشورمان را کودکان و نوجوانان تشکیل می دهند.
- در زمان وقوع سوانح طبیعی، کودکان و نوجوانان آسیب پذیرترین گروه به شمار رفته و جزو اولین قربانیان می باشند.
- کودکان و نوجوانان بدلیل عدم رشد کافی جسمی، عاطفی و اجتماعی و همچنین عدم آگاهی و آمادگی در برابر سوانحی مانند زلزله، دارای توانایی لازم برای شناخت و پذیرش سانحه و پیامدهای آن نیستند. درنتیجه، موقعیت ها و شرایط نامطلوب پس از سانحه مانند جابجایی های اجباری فیزیکی و محیطی، مرگ یا زخمی شدن افراد خانواده و نزدیکان و

نابسامانی ها اجتماعی، بهداشتی و تغذیه ای آنها را دچار مشکلات شدید جسمی، عاطفی و اجتماعی می کنند.

برنامه ریزی برای کاهش خطرهای ناشی از وقوع زلزله در یک جامعه وقتی می تواند نتیجه بخش باشد که کودکان و نوجوانان آن نیز، همراه با سایر گروههای سنّی، آموزشهای لازم را دیده و کسب آمادگی نمایند. کودکان و نوجوانان آینده سازان جامعه هستند و چنانچه در اوان کودکی با روشهای صحیح علمی آموزش ببینند و فرهنگ پیشگیری و ایمنی در آنها ایجاد شود، بدون شک در بزرگسالی نیز آن توانایی ها را در اختیار خواهند داشت. درنتیجه، جامعه بصورت بنیادی آگاه و آماده در برابر سوانح خواهد بود.

دلایل بالا به خوبی نشان می دهند که برداشتن قدمهای جدّی جهت آموزش و آماده سازی کودکان و نوجوانان امری بسیار ضروری و حیاتی است.

آموزشهای کودکان و نوجوانان دربارهٔ پدیدهٔ زلزله و کسب آمادگی در برابر آن باید در دو مرحلهٔ شناخت علمی پدیده زلزله و کسب آمادگی برای سه مرحلهٔ پیش، هنگام و پس از زلزله صورت گیرد. مرحلهٔ اول این آموزشها یعنی شناخت علمی پدیده زلزله از اهمیت ویژه ای برخوردار است زیرا که زلزله برخلاف پدیده های طبیعی دیگر مانند باران، برف و باد پدیده ای نسبتاً نادر بوده و بصورت ناگهانی، کوتاه مدت و با علایمی تقریباً نامحسوس در نزد عموم، بویژه کودکان، رخ می دهد و فقط اثرات آن یعنی تکان و لرزش، افتادن و پرتاب شدن اشیاء و احتمالاً خرابی و ویرانی ساختمانها را می توان شاهد بود. بنابراین آموزش علمی پدیده زلزله به کودکان و نوجوانان می تواند آگاهی کافی دربارهٔ تشخیص آن از دیگر سوانح در زمان وقوع، نحوهٔ عملکرد آن بر روی پوستهٔ زمین و اثرات آن بر سازه ها را به ایشان آموزش دهد و زمینه ساز مرحلهٔ دوّم آموزش به آنان یعنی کسب آمادگی برای سه مرحلهٔ پیش، هنگام و پس از سانحه زلزله شود.

کتاب حاضر که براساس کتاب «**زلزله ها** (Earthquakes)» اثر خانم **جنیس ون کلیو** (Janice Van Cleave) ترجمه و تدوین شده است، بعنوان کتاب مرجع برای مرحله اول آموزشهای کودکان و نوجوانان (شناخت علمی پدیده زلزله)، در چهارچوب **طرح ملی ایمن و آماده سازی مراکز آموزشی کودکان و نوجوانان در برابر سانحه زلزله** که در سال ۱۳۷۶ به تأیید و تصویب شورای پژوهشهای علمی کشور – نهاد ریاست جمهوری رسیده است، مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

کتاب «**زلزله ها**» یکی از جامع ترین کتابهایی است که تاکنون با هدف آموزش علمی پدیده زلزله به کودکان و نوجوانان نوشته شده است. این کتاب یکی از پیچیده ترین موضوعات علمی عصر حاضر را به زبانی ساده، با استفاده از روشی آزمایشگاهی و پژوهشی و وسایل و موادی ارزان قیمت و قابل دسترس به کودکان و نوجوانان می آموزد. مربیان، پدران و مادران و سایر علاقمندان نیز با استفاده از این کتاب می توانند با پدیدهٔ ناشناخته زلزله آشنا شده و همراه با کودکان و نوجوانان کلیه تجربه ها و آزمایشهای علمی کتاب را بصورت یک فعالیت گروهی سرگرم کننده در کلاس درس و محیط خانواده اجرا کنند. تلاش شده است که در ترجمه و تدوین کتاب تغییرات لازم در متن کتاب صورت گیرد تا قابل استفاده برای کودکان و نوجوانان ایرانی و هماهنگ با وسایل و امکانات موجود کشور باشد.

در پایان لازم می دانم که از **پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله** که پیشگام آموزشهای همگانی دربارهٔ زلزله و آماده سازی در برابر آن، در سطح کشور می باشد و در این راستا به آموزش و آماده سازی کودکان و نوجوانان به منظور گسترش فرهنگ پیشگیری و ایمن سازی در جامعه از طریق این گروه سنّی تاکید می ورزد، بویژه جناب آقای دکتر محسن غفوری آشتیانی، ریاست محترم پژوهشگاه که در تهیه و اجرای این طرح ملی مشوق و راهنمای اینجانب بوده اند و سایر همکاران محترم پژوهشگاه که در روند آماده سازی طرح از هیچگونه مساعدتی دریغ نکرده اند، صمیمانه سپاسگزاری نمایم.

شیرین اخوان

مترجم کتاب و طراح و مجری طرح ملی

ایمن و آماده سازی مراکز آموزشی

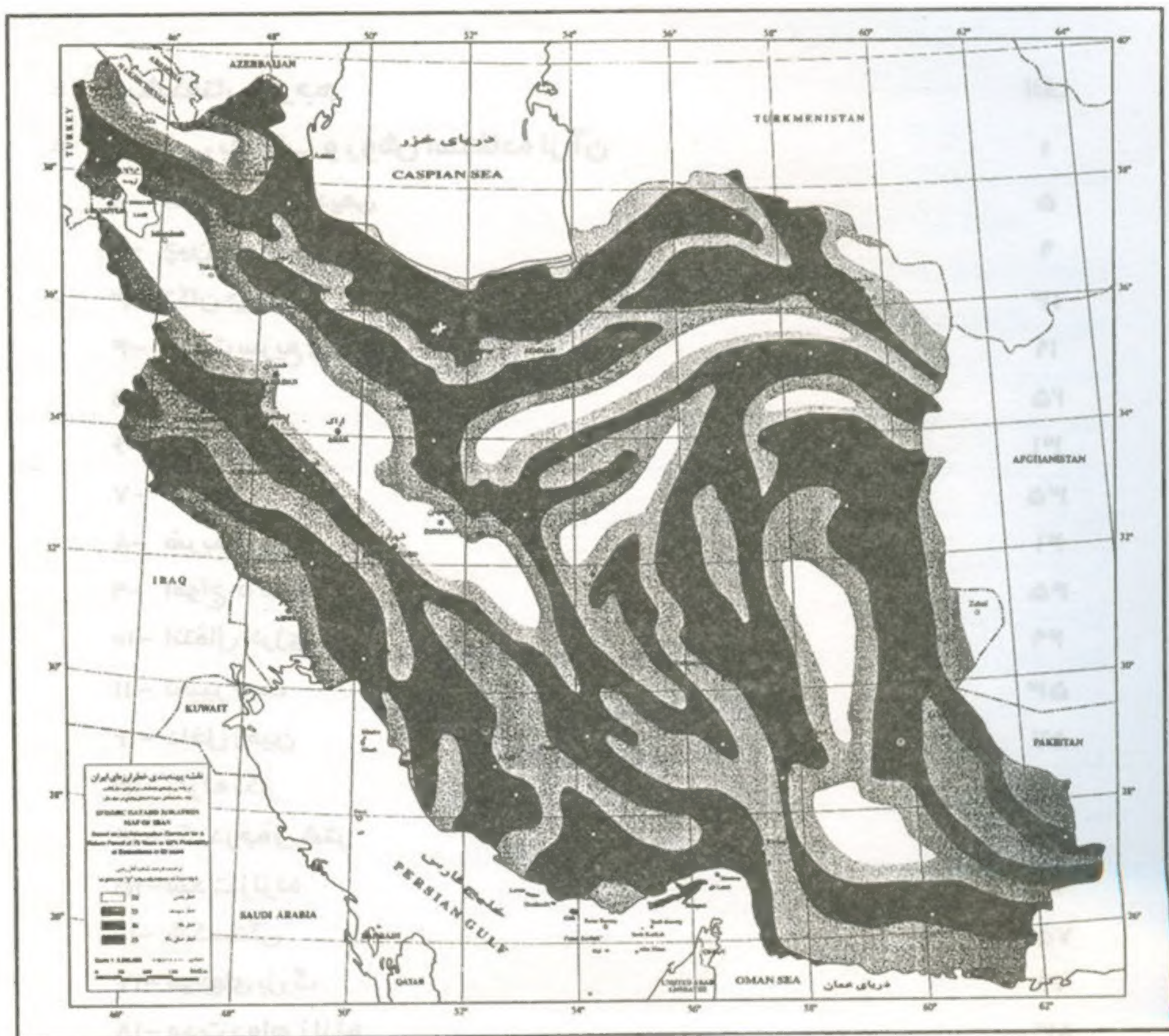
کودکان و نوجوانان در برابر سانحه زلزله

تیرماه ۱۳۷۹

فهرست مطالب

عنوان	صفحه

به‌نام خداوند بخشندهٔ مهربان



سرزمین زیبای ما ایران لرزه خیز است.

- با شناخت علمی پدیده زلزله
- ایمن سازی منازل و مکانهای آموزشی
- کسب آمادگی برای زمانهای پیش، هنگام و پس از وقوع زلزله
- با گسترش فرهنگ پیشگیری از سانحهٔ زلزله در جامعهٔ جوان ایران بیاموزیم که با زلزله زندگی کرده و به کار و تلاش برای سازندگی ادامه دهیم.

آشنایی با کتاب و روش استفاده از آن

کتاب «**زلزله ها**» شامل ۲۰ فصل می باشد که هر یک بطور جداگانه به یک موضوع خاص دربارۀ پدیده زلزله می پردازد. در تمام فصلهای کتاب از روشی مشترک برای آموزش و تجربه استفاده شده است. هر فصل کتاب شامل نه بخش مختلف می باشد که عبارتند از:

• پرسش

در ابتدای هر فصل یک پرسش علمی مطرح می شود که در طی فصل به آن پاسخ داده می شود.

• مواد مورد نیاز

فهرستی از وسایل و مواد موردنیاز برای آزمایشهای فصل را ارائه می دهد.

• روش آزمایش

قدم به قدم، چگونگی انجام آزمایش علمی را آموزش می دهد.

• نتایج آزمایش

دست آورد آزمایش انجام شده را بیان می کنند.

• چرا؟

به روند انجام آزمایش پرداخته و نتایج کسب شده را با دلیل شرح می دهد و سپس آن را به پرسش مطرح شده در ابتدای فصل ربط داده و نتایج آزمایش را با موضوع و پرسش مقایسه می کند و توضیح می دهد.

• پژوهش کنید

در ارتباط با پرسش فصل، پرسشهای فرعی دیگری در این بخش مطرح می شود که برای یافتن جوابها، دانش آموزان باید آزمایش اولیه را با ایجاد تغییراتی که خواسته می شود، تکرار کرده و جواب پرسشها را بیابند. به اضافه در این فصل پیشنهادهایی برای برپایی نمایشگاه علمی ارائه می شود.

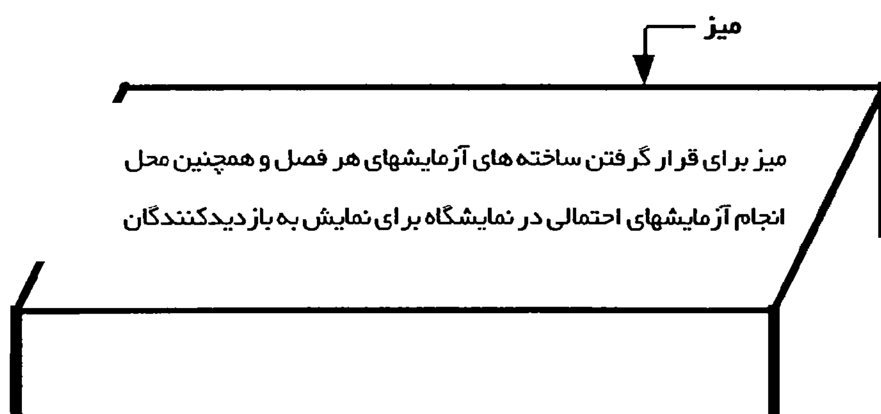
• نمایش دهید

در این بخش از دانش آموزان خواسته می شود که فعالیتها و آزمایشهایی را برای همکلاسیهای خود انجام داده و تجربیات و یافته های خود را در نمایشگاهی که با کمک مربیان، پدرها و مادرها و همکلاسیهای خود در مدرسه برپا می کنند، با دیگران شریک شوند.
برای برپایی نمایشگاه باید روزنامه ای دیواری (مانند شکل زیر) برای هر فصل کتاب تهیه

شود و در بالای میزی که به آن فصل اختصاص داده شده، در ارتفاعی مناسب برای کودکان و نوجوانان نصب شود.

روزنامه دیواری

پرسش:	موضوع مورد بحث فصل	محل چسباندن
روش آزمایش:	خلاصه و نتیجه گیری	نمودارها
		جداول و
		تصاویر
نتیجهٔ آزمایش:		



مطالب روزنامه دیواری باید تمیز و با خط خوانا و درشت نوشته شده و از فاصلهٔ یک متری قابل خواندن باشند. خلاصه و نتیجه گیری نیز حدود ۱۰۰ کلمه بوده و به طور آشکار و ساده نوشته شوند بطوریکه بازدیدکنندگان بتوانند با خواندن آن، اطلاعات لازم را کسب کنند. پیشنهاد می شود که دانش آموزان با مطالعهٔ کتابها و مجله های بیشتر دربارهٔ موضوعها و پرسشهای کتاب و تمرین سخنرانی و ارائه گزارش بطور شفاهی، خود را آماده جوابگویی به پرسشهای احتمالی بازدیدکنندگان از نمایشگاه بنمایند.

• مطالعه کنید

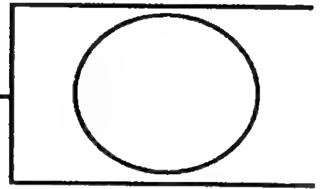
موضوعی را در ارتباط با پرسش فصل مطرح کرده و از دانش آموزان می خواهد که در آن مورد مطالعه کرده و جوابها را پیدا کنند.

• یادداشت کنید

دانش آموزان می توانند اطلاعاتی را که از مربیان، کارشناسان، کتابها و مجله ها بدست می آورند با نوشتن نام منبع اطلاعات و یا عنوان کتاب، مجله و یا مقاله، نام نویسنده، شمارهٔ صفحه ها، نام ناشر، محل انتشار و سال انتشار در این بخش یادداشت کنند. همچنین این

یادداشتها می توانند شامل شرح آزمایشهای انجام شده، مشاهدات و نتیجه گیری از آزمایشها، به اضافه دیاگرامها، تصاویر، نمودارها و جدولهایی که در ارتباط با موضوع فصل تهیه شده اند، باشند. کوشش شود که کلیهٔ یادداشتها مرتب و تمیز نوشته شده و تاریخ گذاری شوند. چنین یادداشتی درواقع ثبت کامل و دقیق طرح علمی هر دانش آموزی از شروع تا پایان بوده و نشاندهنده مدت زمانی است که این پژوهشگران جوان برای یافتن پاسخ پرسشهای علمی صرف کرده اند. کلیهٔ یادداشتها را می توان برای تهیهٔ گزارش نهایی پروژه «**شناخت علمی پدیدهٔ زلزله**» که باید در نمایشگاه برای استفاده بازدیدکنندگان به نمایش درآید، مورد استفاده قرار داد.

در پایان اضافه می شود که در طول کتاب راهنمایی های لازم ارائه گردیده است ولی پیشنهاد می شود که دانش آموزان نیز زیر نظر مربیان خود با برنامه ریزی دقیق و جمع آوری اطلاعات و حقایق، با انجام آزمایشها و نتیجه گیری از آنها و بالاخره با یادداشت و سازماندهی اطلاعات کسب شده، جواب پرسشهای مطرح شده را بیابند. نباید فراموش کرد که فعالیتهای علمی احتیاج به آزمایش، صبر و حوصله، کار گروهی، زمان کافی و از همه مهمتر اشتیاق به یادگیری مطالب جدید و یافتن پاسخ برای پرسشهای علمی مطرح شده دارند.



۱
افسانه های قدیمی

پرسش

به عقیده ارسطو زلزله ها چگونه رخ می دادند؟

مواد مورد نیاز

- یک بادکنک دراز؛
- دو جلد کتاب.

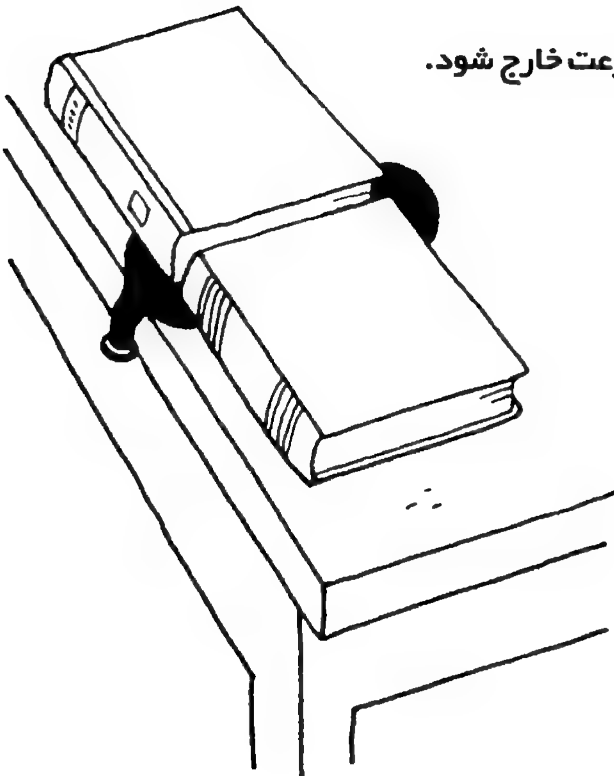
روش آزمایش

۱- بادکنک را بطوری که دهانهٔ آن از لبهٔ میز آویزان شود، روی میزی قرار دهید.

۲- کتابها را روی بادکنک بگذارید (مانند شکل).

۳- هوا به داخل بادکنک بدمید.

۴- دهانهٔ بادکنک را رها کنید تا هوای داخل آن به سرعت خارج شود.



نتایج آزمایش

باد کردن بادکنک سبب می شود که کتابها بالا آمده و از یکدیگر جدا شوند. با خارج شدن هوای بادکنک، کتابها می افتند، اما نه لزوماً به محل اولیه شان.



چرا؟

وقتی شما بادکنک را باد می کنید، هوا وارد بادکنک شده و آن را پُر می کند. این هوا به دیوارهٔ لاستیکی بادکنک فشار آورده و باعث انبساط آن می شود. با انبساط بادکنک، کتابها (که روی بادکنک قرار دارند) بالا آمده و از هم جدا می شوند. با خروج هوا از بادکنک، کتابها به سطح اولیه (ولی نه لزوماً به مکان قبلی شان) برمی گردند.

بیش از ۲۰۰۰ سال پیش، ارسطو، فیلسوف یونانی، معتقد بود که گازهای به دام افتاده در غارهای زیر سطح زمین، در اثر گرما منبسط شده، به دیواره های غارها فشار می آورند. درنتیجه، آنها را به حرکت درآورده و باعث زلزله می شوند. البته دانشمندان بعد از ارسطو، به این نتیجه رسیده اند که نظریهٔ ارسطو دربارهٔ علت وقوع زلزله درست نبوده است و شما دلیل آن را در آزمایشهای بعدی مشاهده خواهید کرد.

پژوهش کنید

۱ــ آیا اندازهٔ غارهای زیرزمینی بر **شدت زلزله** (میزان انرژی لرزشی) اثر می گذارد؟

آزمایش بادکنک را دو بار تکرار کنید. بار اول از بادکنکی بزرگتر و بار دوم از بادکنکی کوچکتر استفاده کنید.

* **پیشنهاد برای نمایشگاه علمی:** دیاگرامها و تصاویر هر آزمایش را به نمایش بگذارید.

۲- اثر غارهای در حال گسترش بر لایه های مختلف زمین چگونه است؟

آزمایش بادکنک را تکرار کنید ولی این بار به جای کتاب، از یک لایه خاک استفاده کنید. آزمایش بادکنک را برای بار سوم تکرار کنید. این بار لایه‌ای از خمیر گل رس را روی بادکنک بگذارید.

* **پیشنهاد برای نمایشگاه علمی:** انواع مختلف خاک را که برای آزمایش استفاده کرده اید، همراه با نتایج آن به نمایش بگذارید.

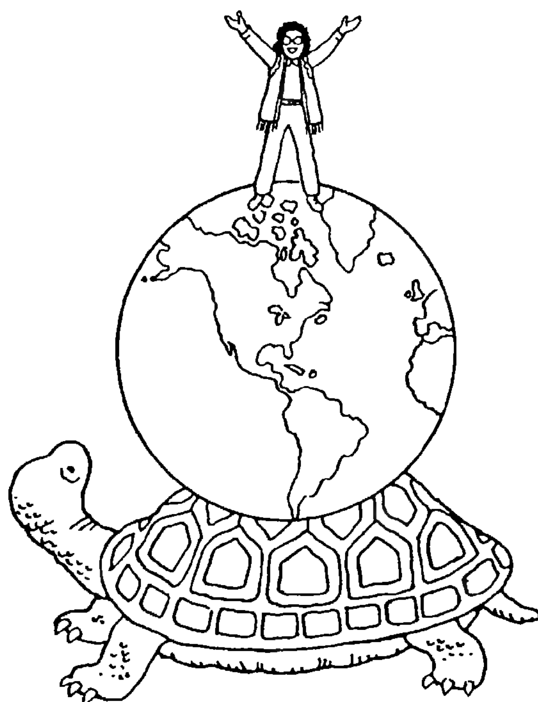
۳- فیثاغورث، فیلسوف دیگر یونان باستان، معتقد بود که زلزله بر اثر ترک برداشتن بخش هایی از کره زمین و ریختن آنها به داخل هستهٔ خالی زمین، رخ می دهد. این نظریه را می توان با تکرار آزمایش بادکنک نشان داد. بدین صورت که دهانهٔ بادکنک باد شده را بسته و پس از قرار دادن کتابها روی آن، با نوک سوزن بادکنک را ترکاند، وقتی که بادکنک می ترکد، کتابها چگونه حرکت می کنند؟

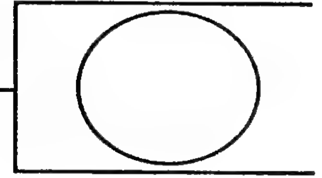
نمایش دهید

تا قبل از قرن بیستم، علل وقوع زلزله بصورت یک راز بزرگ باقی مانده بود. دربارهٔ عقاید قدیم و جدید در مورد علل وقوع زلزله مطالعه کنید. این عقاید را با تصویر و دیاگرام به نمایش بگذارید.

برای نمونه، در طول قرنها مردم عقیده داشتند که زمین در پشت حیوانی بطور مثال، لاک پشت، قرار دارد که حرکات او سبب لرزش زمین می شود. دیاگرامی از یک لاک پشت که کرهٔ زمین را بر پشت خود دارد، تهیه کرده و به نمایش بگذارید.

با استفاده از یک حیوان اسباب بازی و یک توپ بزرگ که شبیه کره زمین نقاشی کرده اید، یک نمونه بسازید.





۲

چین خوردگی

پرسش

وقتی لایه های سنگی زمین به هم فشرده می شوند، چه اتفاقی می افتد؟

مواد مورد نیاز

– چهار عدد حولهٔ دست.



روش آزمایش

۱– بر روی یک میز حوله ها را باز کرده و روی هم قرار دهید.

۲– دستهای خود را در طرفین حوله ها قرار دهید.

۳– به آهستگی دو طرف لایهٔ حوله ها را حدود ۱۰ سانتیمتر به طرف وسط فشار دهید (مانند شکل).

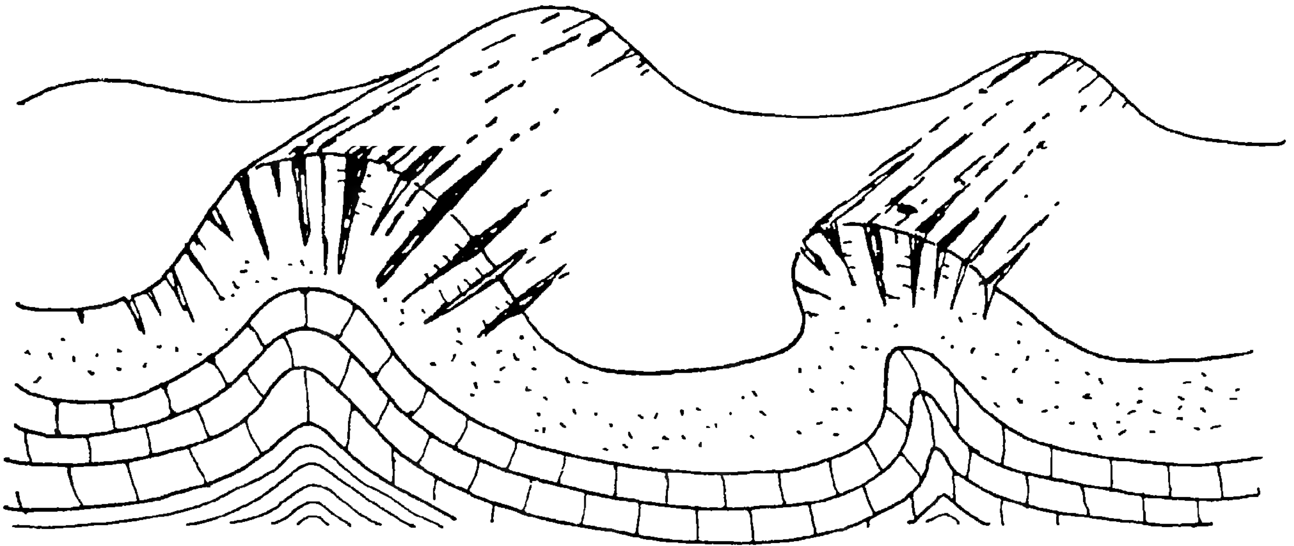
۴– تغییر شکل حوله ها را مشاهده کنید.

نتایج آزمایش

حوله ها شکل چین خوردگی پیدا کرده اند.

چرا؟

فشار وارده از جهت های مخالف، سبب فشرده شدن حوله ها و تشکیل چین خوردگی می شود و در نتیجه سطحی موج دار بوجود می آید. نیروهایی که از جهت های مخالف به یکدیگر فشار وارد می آورند، بعنوان **نیروهای فشاری** نامیده می شوند. این نیروها در داخل زمین سبب خرد شدن لایه های سنگی شده و اندک اندک در آن لایه ها ایجاد چین خوردگی می کنند. اگر این نیروی فشاری بطور ناگهانی وارد شود، لایه های سنگی شکسته شده و زلزله رخ می دهد.



پژوهش کنید

۱- آیا مقدار نیرو، بر نتایج آزمایش اثر می گذارد؟

آزمایش را دو بار تکرار کنید. بار اول دستهای خود را کمتر از ۱۰ سانتیمتر و بار دوم بیشتر از ۱۰ سانتیمتر بطرف مرکز حوله ها فشار دهید.

* **پیشنهاد برای نمایشگاه علمی:** تصاویر و دیاگرام هایی که تفاوت بین نتایج آزمایشها را نشان می دهند، تهیه کرده و آنها را به نمایش بگذارید.

۲- آیا نوع مواد تحت فشار بر احتمال وقوع زلزله تأثیر دارد؟

آزمایش را تکرار کرده و این بار به جای حوله از مواد مختلف استفاده کنید. بطور مثال:

- یک برگ کاغذ روزنامه که با لایهٔ نازکی از ماسه پوشیده شده باشد.
- یک برگ کاغذ روزنامه که با لایهٔ نازکی از خمیر بازی پوشیده شده باشد.

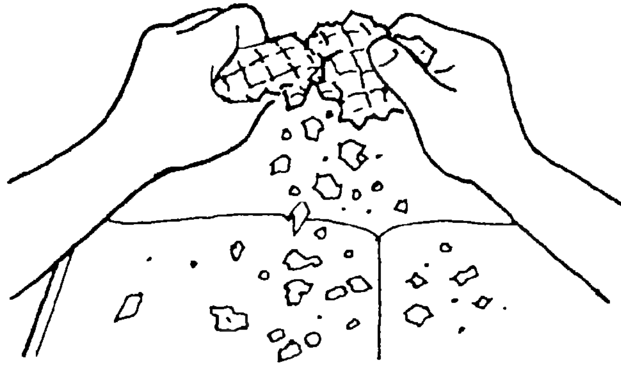
* **پیشنهاد برای نمایشگاه علمی:** تصاویری از برگ های کاغذ روزنامه را که با مواد مختلف پوشیده شده اند، پیش از وارد آوردن فشار و پس از آن تهیه کرده و به نمایش بگذارید. مشخص کنید که چه نوع موادی، در تحت فشار، به احتمال بیشتر شکسته شده و تولید زلزله می کنند.

نمایش دهید

۱- به دوستان خود نشان دهید که چگونه نیروی فشاری مواد مختلف را خرد می کند. میزی را با یک برگ روزنامه بپوشانید. ماده ای را که می خواهید آزمایش کنید بین دو دست خود قرار دهید. دستهای خود را روی کاغذ روزنامه بگیرید تا ذرات مواد، روی کاغذ روزنامه ریخته شوند. دستهای خود را با شدت و سرعت به طرف هم فشار دهید و سعی کنید ماده ای را که بین دو دست گرفته اید، خرد کنید. این آزمایش را با مواد مختلف از قبیل:

- یک قطعه نان خشک
- یک قطعه نان سوخاری و یا نان روغنی
- یک عدد بیسکویت
- یک قیف بستنی

تکرار کرده و نتایج هر یک از آزمایشها را گزارش دهید.

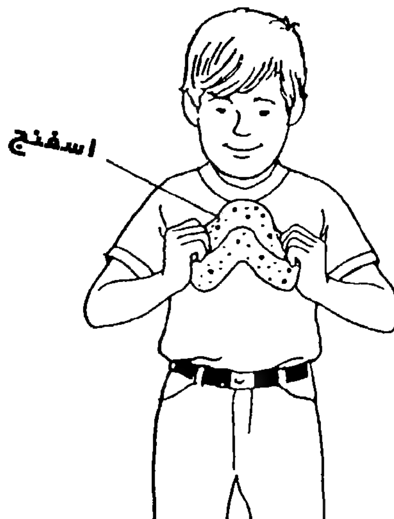


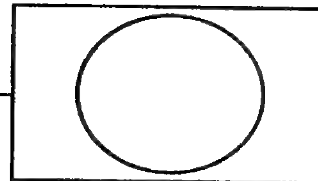
۲- با آوردن فشار به دو طرف یک قطعهٔ بزرگ اسفنج، نشان دهید که چگونه نیروهای فشاری ایجاد چین خوردگی می کنند. این آزمایش را برای همکلاسیهای خود انجام دهید و دیاگرامی از نتایج آزمایش تهیه کرده و آن را به نمایش بگذارید.

مطالعه کنید

کوهها توده های سنگی هستند که حداقل ۶۰۰ متر از سطح زمین اطراف خود بلندترند.

دربارهٔ کوههای ایران مطالعه کنید. آیا آنها رشته کوههایی هستند که بوسیلهٔ نیروهای فشاری چین خورده اند؟ دربارهٔ شواهد وقوع زلزله در این مناطق مطالعه کنید.





۳

تکان جهشی

پرسش

گسلها چگونه تولید زلزله می کنند؟

مواد موردنیاز

– دو قطعه چوب به ابعاد تقریبی ۵ سانتیمتر × ۱۰ سانتیمتر × ۱۵ سانتیمتر

– دو برگ کاغذ سمباده

– نوارچسب کاغذی

روش آزمایش

۱– هر کاغذ سمباده را به دور یک قطعه چوب بپیچید و با نوارچسب بچسبانید.

۲– هر قطعه را با یک دست خود بگیرید (مانند شکل).

۳– دو قطعه را از سمتی که نوار چسب ندارد، به یکدیگر بفشارید.

۴– درحالیکه دو قطعه را به هم میفشارید، سعی کنید آنها را در جهات مختلف حرکت دهید.

نتایج آزمایش

قطعه های چوبی که با کاغذ سمباده پوشیده شده اند، ابتدا به هم می چسبند و سپس با یک تکان جهشی از هم جدا می شوند.

چرا؟

لیتوسفر (قسمت جامد و بیرونی پوستهٔ زمین) به چند بخش اصلی که به آنها **صفحات تکتونیک** گفته می شود، تقسیم شده است. شکستگی موجود در محل برخورد این صفحات را **گسل** می نامند. **اصطکاک** (مقاومت در برابر حرکت) سبب درگیر شدن موقت صفحات با یکدیگر می شود. گسل هایی را که بطور موقت با یکدیگر درگیر می شوند، **گسل های قفلی** می نامند. دو قطعه چوب بکار برده شده در این آزمایش، نشانگر دو صفحهٔ تکتونیک کره زمین هستند که به یکدیگر فشار وارد می آورند. چوب ها بطور موقت به یکدیگر قفل می شوند اما همانند صفحات



تکتونیک کره زمین، اصطکاک یا مقاومت موجود بین دو قطعه چوب سرانجام شکسته شده و سبب تکان جهشی می شود. نیروی نگهدارنده که گسل قفل شده را در محل خودش نکه می دارد، تحت فشار زیادی است که می تواند برای سالها دوام بیاورد ولی بالاخره مقاومت خود را از دست داده و گسل ها خواهند لغزید. گسل های قفل شده، بطور اجتناب ناپذیر و پی در پی، لغزیده و حرکتی جنبشی و ناگهانی بوجود می آورند که سبب تولید زلزله های پرقدرت می شود.

پژوهش کنید

۱- آیا اندازه سنگها در محل کسل بر میزان لغزش صفحات تأثیر دارد؟

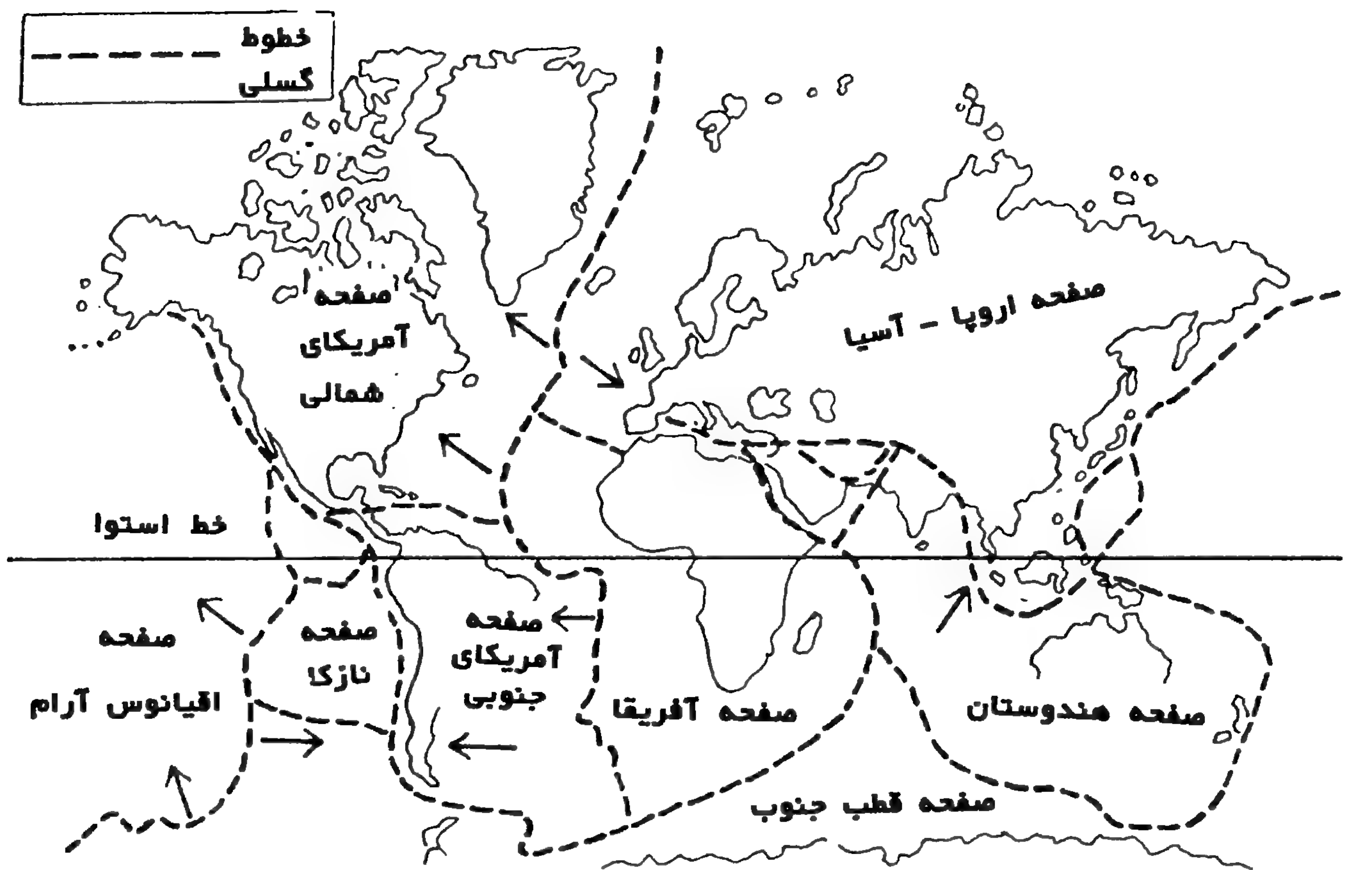
آزمایش را دو بار تکرار کنید. بار اول دو قطعه چوب را با کاغذ سمباده نرم و بار دوم با کاغذ سمبادهٔ زبر بپوشانید.

* **پیشنهاد برای نمایشگاه علمی:** برای هر آزمایش از قطعات چوبی متفاوتی استفاده کنید. آنها را در نمایشگاه به نمایش بگذارید.

۲- آیا اندازهٔ سطوحی که به هم فشار وارد می آورند بر میزان نیروی نگهدارنده بین قطعات اثر می گذارد؟

آزمایش اولیه را دو بار دیگر تکرار کنید. بار اول از قطعات چوبی کوچکتر و سپس از قطعات چوبی بزرگتر استفاده کنید.

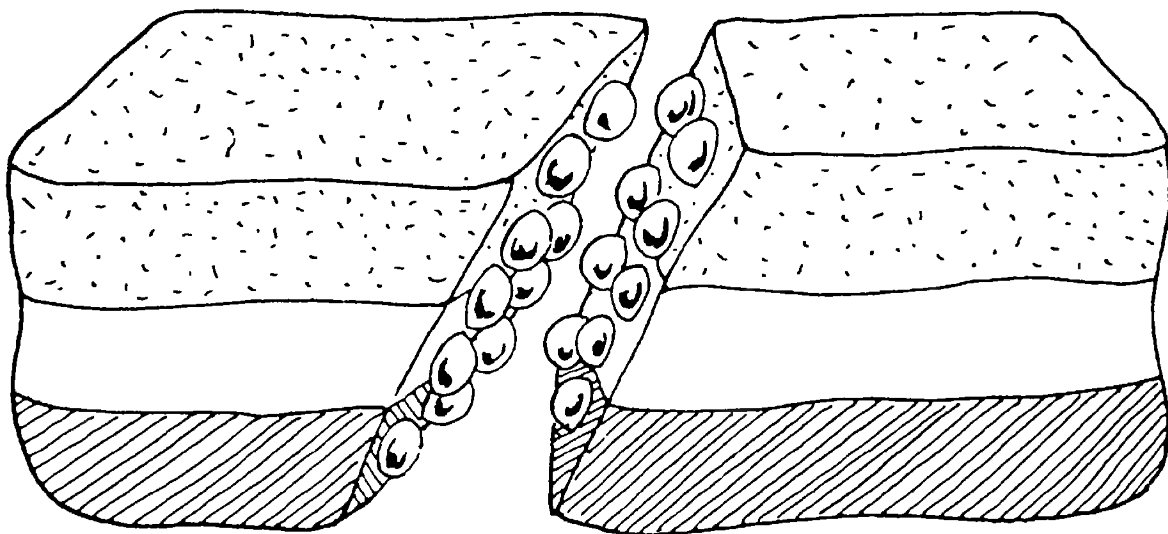
* **پیشنهاد برای نمایشگاه علمی:** قطعات چوبی مورد استفاده در آزمایشها را همراه با نتایج آزمایش به نمایش بگذارید.



نمایش دهید

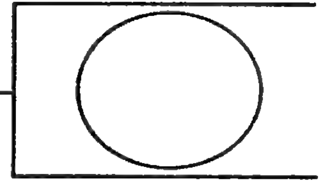
۱- یک مادهٔ **روان کننده** بر نیروی نگهدارنده موجود بین گسلهای قفلی چگونه اثر می گذارد؟
با یک دست کف یک کفش ورزشی را بر روی یک کف موزائیکی فشار دهید. در همان حال سعی کنید که کفش را بطرف جلو نیز حرکت دهید. آزمایش را تکرار کنید و این بار قبلاً چند قاشق غذاخوری آب روی موزائیک محل آزمایش بریزید. عکسهای این آزمایش را همراه با نتایج آن به نمایش بگذارید. **فرضیهٔ** خود را دربارهٔ اثر مواد روان کننده مانند آب یا گل بر میزان نیروی نگه دارندهٔ بین گسلهای قفلی بنویسید.

۲- شما می توانید یک نمونه از گسل قفلی را با جزئیات مربوطه ساخته و همراه با شرح بخشهای مختلف آن به نمایش بگذارید. لایه هایی از خمیرهای بازی با رنگهای متفاوت را روی هم بگذارید و سپس لایه ها را بطور موّرب ببرید (مانند شکل). تیله هایی (می توانید از سنگ ریزه نیز استفاده کنید) را در محل بریدگی مورب به داخل لایه های خمیر فرو کنید. حال اگر دو قطعه خمیر را در محل بریدگی بر روی هم بلغزانید، درنتیجهٔ تماس تیله ها، لغزش قطعات مشکل خواهد بود.



مطالعه کنید

گسلها لغزیده و تولید زلزله می کنند. بعضی از آنها به طور مداوم و بسیار آهسته حرکت می کنند که به آنها **گسلهای خزنده** می گویند. گسل وی وارد (Way Ward) در کالیفرنیای آمریکا نمونه ای از یک گسل خزنده در کره زمین می باشد. آیا برای یک گسل خزنده امکان لغزش و تولید زلزله کمتر است؟ دربارهٔ گسلها، حرکات آنها و محل قرار گرفتن آنها مطالعه کنید.

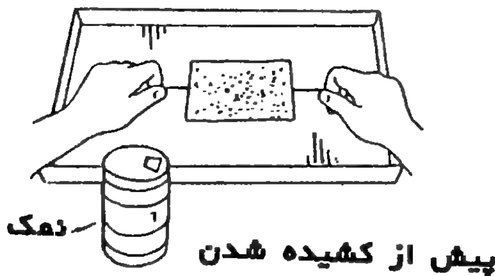


۴

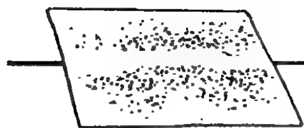
حرکت سریع و ناگهانی

پرسش

چگونه برگشت سریع و ناگهانی سنگهای کشیده شده، به موقعیت اولیه، سبب زلزله می شود؟



پیش از کشیده شدن



پس از کشیده شدن

مواد موردنیاز

– قیچی
– حلقه کش لاستیکی نازک و دراز
– خط کش
– ماهیتابه یا قالب کیک پزی کم عمق
– یک برگ کاغذ تیره رنگ
– نمک

روش آزمایش

۱– حلقه کشی لاستیکی را ببرید تا تبدیل به یک نوار دراز بشود.

۲– طول نوار را با خط کش اندازه بگیرید. دقت کنید که موقع اندازه گیری نوار کشیده نشده باشد.

۳– دو سر نوار لاستیکی را گرفته و آن را مانند شکل بر روی کف ظرف نگهدارید.

۴– از همکلاسی خود بخواهید که برگی از کاغذ را روی نوار گذاشته و سطح آن را با لایهٔ نازکی از نمک بپوشاند.

۵– دو سر نوار را محکم گرفته و آن را تا آنجا که امکان دارد بکشید، بدون اینکه پاره شود.

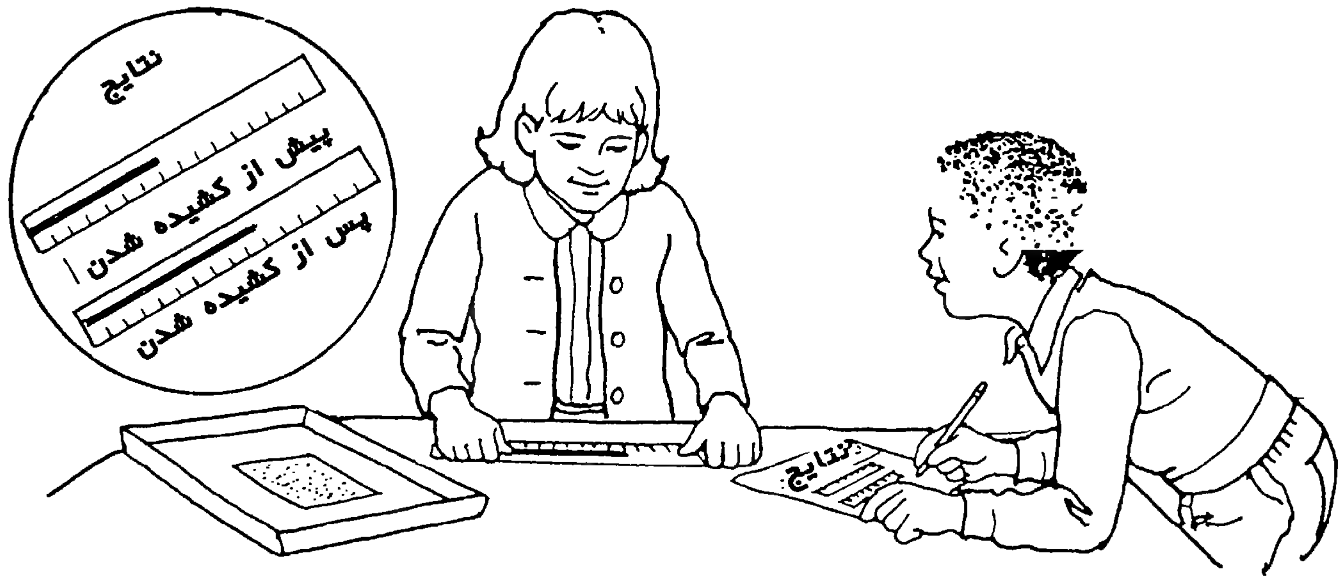
۶– همزمان دو سر نوار را رها کنید.

۷– نتایج آزمایش را مشاهده و یادداشت کنید.

۸– یک بار دیگر طول نوار لاستیکی را بدون اینکه کشیده شده باشد، اندازه گیری کنید.

نتایج آزمایش

ذرات نمک، بر اثر کشیده شدن نوارکش، کمی حرکت می کنند. اما وقتی که کش رها می شود، این ذرات به اطراف پرتاب شده و درنتیجه ناحیهٔ بالای کش از لایهٔ نمک خالی می شود. درضمن به طول کش، بر اثر کشیده شدن، اضافه می شود.



چرا؟

پیش از اینکه نوار کش از انگشتان شما رها شود، دستهای شما و نوار کش بصورت یک واحد پیوسته عمل می کنند. نوار، بر اثر کشیده شدن، به آهستگی به برگ کاغذ ضربه زده و سبب جدا شدن ذرات نمک می شود. بر اثر کشیدگی، مولکولهای نوارکشی از هم جدا شده و باعث افزایش **انرژی بالقوه** (انرژی پتانسیل مربوط به موقعیت مکانی یک جسم) موجود در نوار می شود. این انرژی بالقوه، پس از رها شدن نوارکش از انگشتان شما و بازگشت آن به موقعیت اولیه، به سرعت تبدیل به **انرژی جنبشی** (حرکتی) می شود. این رها شدن ناگهانی انرژی سبب **ارتعاش** (حرکت به طرف جلو و عقب) نوار کش می شود.

وقتی که بخشی از سطح کرهٔ زمین کشیده شده و یا تحت فشار واقع می شود، همانند نوارکشی، ابعاد آن افزایش یافته و سبب ایجاد فشار زیادی در داخل سنگهای پوستهٔ زمین می گردد. زمانی که این کشیدگی بیش از اندازه زیاد شود، سنگها به طور ناگهانی شکسته شده و سریعاً به حالت اولیه برمی گردند **(برگشت ارتجاعی)**. این حرکات ناگهانی و همچنین اصطکاک سنگها با یکدیگر سبب لرزش شدید زمین می شود. این حرکت **زلزله** نام دارد. بعد از پایان لرزشها، بعضی از سنگهای کشیده شده، که شکسته نشده اند، به شکل اولیه خود برمی گردند. بعضی از سنگها بر اثر کشیدگی زیاد، همانند نوارکش، تغییرشکل دائم می دهند.

پژوهش کنید

۱- آیا اندازهٔ نیروی کششی بر تغییر طول ماده تحت کشش اثر می گذارد؟

آزمایش را با استفاده از چند نوار کش، که دارای طول یکسان هستند، تکرار کنید. طول کشیدن نوارکش را در هر آزمایش تغییر دهید.

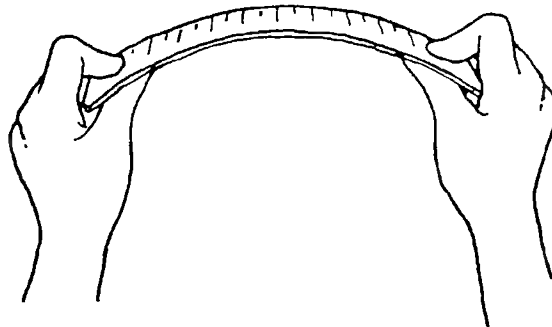
* **پیشنهاد برای نمایشگاه علمی:** بعنوان بخشی از نمایشگاه، نوارهای کشی استفاده شده در هر آزمایش را به روی یک برگ کاغذ چسبانده و میزان تغییر طول هر یک را نشان دهید.

۲- آیا جنس مادهٔ برگشت کننده در میزان لرزش ایجاد شده تأثیر می گذارد؟

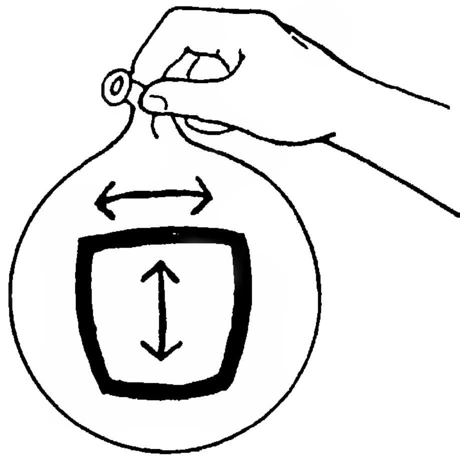
آزمایش را با استفاده از نوارهای با جنس های مختلف مانند انوع نخها، انواع کشها و غیره تکرار کنید. انواع نخهای آزمایش شده را همراه با نتایج آن در نمایشگاه به نمایش بگذارید.

نمایش دهید

۱- دو سر یک خط کش پلاستیکی را بدست بگیرید و آنها را به پایین فشار داده و خط کش را بصورت یک قوس خم کنید. فشار دادن را متوقف کرده و چگونگی حرکت برگشتی خط کش در دستهای خود را شرح دهید. شکلی از قوس خط کش تهیه کرده و همراه با شرحی از نتایج آزمایش و اینکه چگونه این نوع حرکت تولید زلزله در پوسته زمین می کند، در نمایشگاه به نمایش بگذارید.

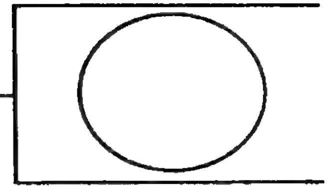


۲- با انجام آزمایش زیر نشان دهید که مواد جامد پوستهٔ زمین که حالت ارتجاعی دارند، چنانچه مقدار نیروهای وارده بر آنها زیاد نباشد، می توانند شکل و اندازهٔ اولیه خود را بدست آورند. با استفاده از یک قلم ماژیک، چهارگوشی به ابعاد ۴ سانتیمتر ۴× سانتیمتر بر روی سطح یک بادکنک بزرگ باد نشده بکشید. بادکنک را کمی باد کنید و موقعیت چهارگوش را بر روی آن مشاهده کنید. شکلی از بادکنک باد شده بکشید و نشان دهید که بعضی قسمت های بادکنک بیشتر از بقیه کشیده شده و سبب تغییر در شکل چهارگوش می شود. باد بادکنک را خالی کنید و ابعاد چهارگوش را اندازه بگیرید. آزمایش را چندین بار تکرار کنید. در هر آزمایش میزان باد بادکنک را تغییر دهید. مشخص کنید که بادکنک را چه اندازه باید باد کرد، تا پس از خالی شدن باد، اندازهٔ بادکنک به حالت اولیه خود برنگردد. مشاهده خواهید کرد که ابعاد چهارگوش از ۴ سانتیمتر ۴× سانتیمتر بیشتر می شود.



مطالعه کنید

در مورد نظریهٔ **برگشت ارتجاعی** مطالعه کنید. چه کسی این نظریه را ارائه داده است؟ در چه زمانی؟ از این نظریه استفاده کرده و گزارشی در مورد اینکه چگونه حرکت سنگهای پوستهٔ زمین تولید زلزله می کند، تهیه کنید.

بازسازی

پرسش

زلزله ها بیشتر کجا رخ می دهند؟

مواد مورد نیاز

- قیچی
- یک برگ کاغذ تایپ
- خط کش
- جعبه کفش
- قلم ماژیک

روش آزمایش

۱- یک ورق کاغذ تایپ را از درازا به سه قسمت مساوی تقسیم کرده و ببرید.

۲- در کف جعبه دو شکاف به ابعاد ۱ سانتیمتر × ۱۰سانتیمتر و به فاصلهٔ ۱۰ سانتیمتر از یکدیگر ایجاد کنید.

۳- با استفاده از قلم ماژیک شکافها را با A و B مشخص کنید.

۴- در یکی از سطوح طولی جعبه بریدگی ایجاد کنید به اندازه ای که دست شما به راحتی از آن عبور کند.

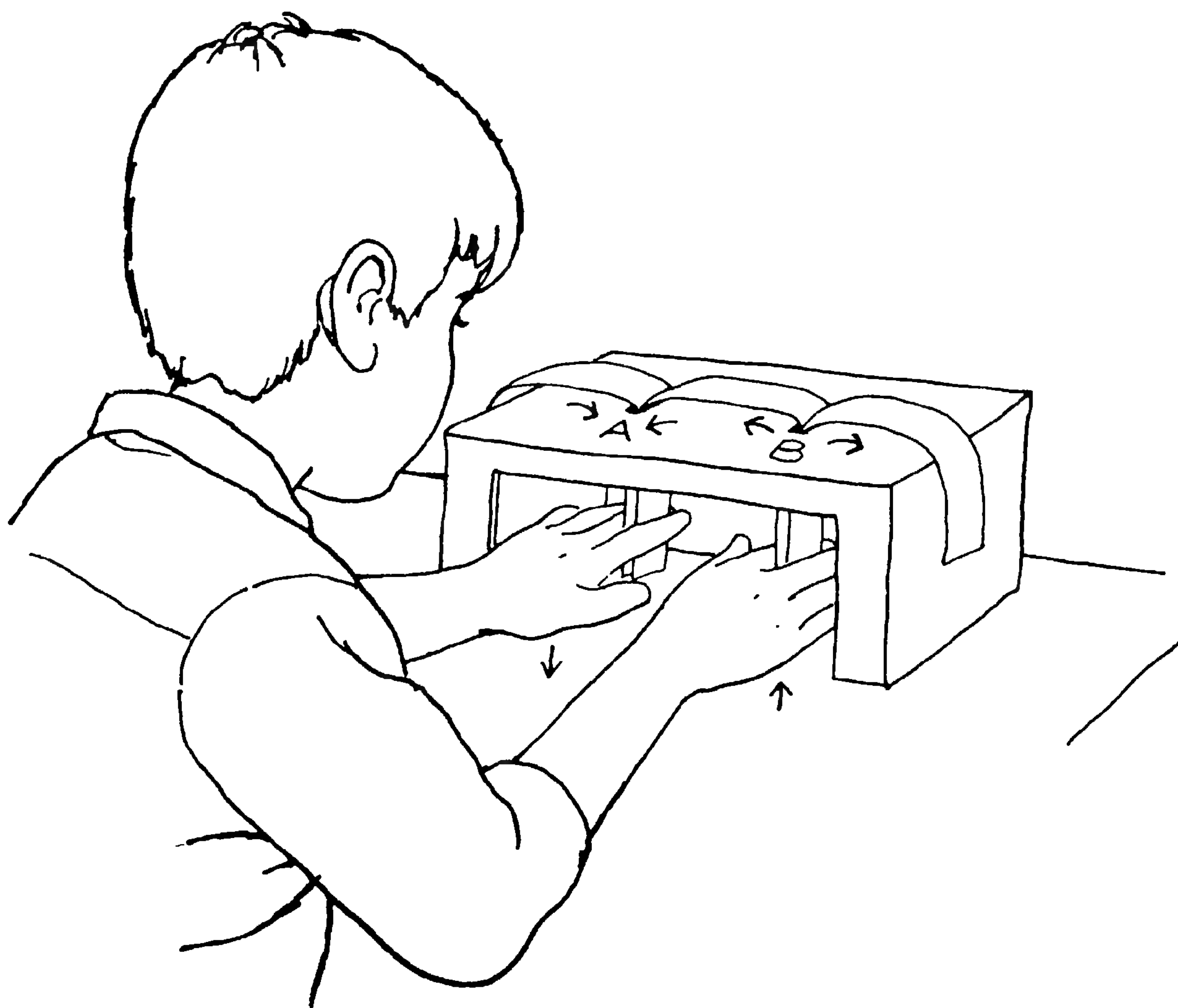
۵- دو تا از نوارهای کاغذی را کنار هم قرار دهید. یک سر آنها را از شکاف A رد کرده و وارد جعبه کنید.

۶- سر دیگر نوارها را که خارج از جعبه است از یکدیگر جدا کرده و در دو جهت مخالف خم کنید. سر نواری را که به طرف وسط جعبه قرار دارد به داخل شکاف B فرو کنید.

۷- سر نوار سوم را هم از شکاف B رد کرده و وارد جعبه کنید.

۸- در زیر جعبه، سر نوارها را که از شکافهای A و B بیرون آمده اند، بین انگشتان اشاره و انگشتان وسط دو دست خود نگهدارید.

۹- درحالیکه نوارهای کاغذی موجود در شکاف B را به طرف بالا حرکت می دهید، به آهستگی سر نوارهای عبور کرده از شکاف A را به طرف پایین بکشید. (جهت حرکت نوارها با علامت پیکان (→) در شکل نشان داده شده است.



نتایج آزمایش

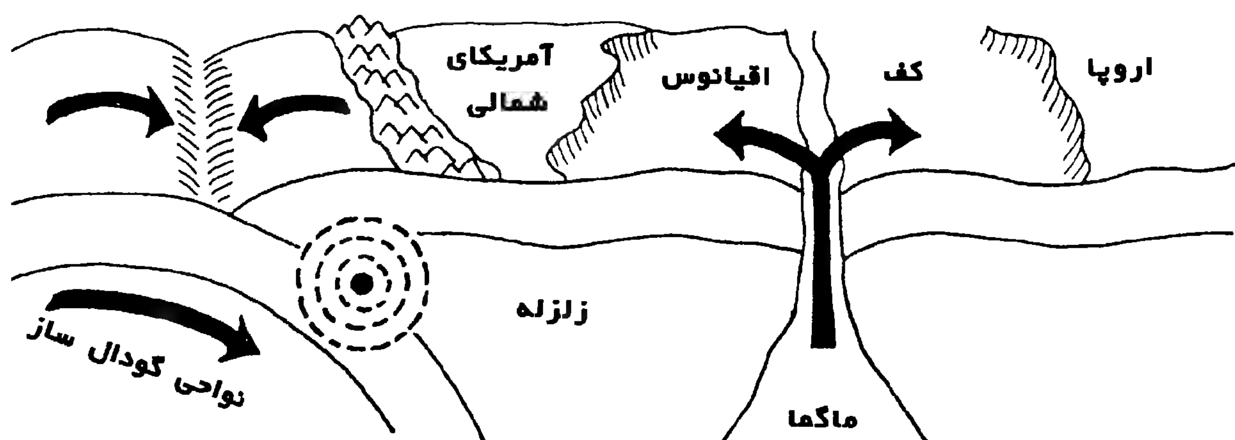
نوارهای کاغذی که از شکاف A به طرف پایین کشیده می شوند، بطرف یکدیگر حرکت می کنند. اما نوارهای کاغذی که از شکاف B بطرف بالا رانده می شوند، در جهت های مخالف هم حرکت کرده و از یکدیگر دور می شوند.

چرا؟

عقیده بر این است که لیتوسفر (بخش جامد و بیرونی کرهٔ زمین) شکسته شده و تشکیل چندین بخش یا صفحهٔ اصلی را داده است. این صفحات عبارتند از: آمریکای شمالی، آمریکای

جنوبی، اروپا – آسیا، آفریقا، هند، قطب جنوب، نازکا و پاسیفیک. هر صفحهٔ اصلی شکسته شده و تشکیل چندین صفحه کوچکتر را داده است. آزمایش جعبه کفش حرکت صفحات کف اقیانوس را نشان می دهد. حرکت نوارهای کاغذی از شکاف B به سوی بالا، شبیه حرکت مواد مذابی است که از شکافهای چین خوردگیهای کف اقیانوس بیرون می آید. وقتی که **ماگما (سنگ مذاب)** از سطح کف اقیانوس به بیرون می ریزد، لایهٔ جدیدی را در هر دو طرف شکاف بوجود می آورد. این لایهٔ جدید سبب بیشتر شدن شکافهای کف اقیانوس می شود.

با پهن تر شدن کف اقیانوسها، قاره های مجاور هم از یکدیگر جدا می شوند، امّا اندازهٔ کرهٔ زمین تغییر نمی کند. با تشکیل لایه های جدید و فرو رفتن بخش های قدیمی لیتوسفر، زمین بطور مداوم در حال بازسازی خود می باشد. در مناطقی که بخش های لیتوسفر به یکدیگر فشار وارد آورده و سبب راندن یکی از صفحات به طرف پایین و به زیر صفحهٔ مقابل می شوند، دره های کف اقیانوس بوجود می آیند. این مناطق در حال فرو رفتن لیتوسفر را **نواحی گودال ساز** می گویند. در هر منطقه ای که صفحات لیتوسفر حرکت می کنند، زلزله های زیادی رخ می دهد. اما نواحی گودال ساز بالاترین تعداد زلزله ها و بیشترین فعالیت های آتشفشانی را دارا هستند. دلیل این فعالیت شدید در نواحی گودال ساز، آن است که سائیدگی صفحات نسبت به یکدیگر، فشار شدیدی در این نواحی تولید می کند.



پژوهش کنید

۱– اگر لیتوسفر قدیمی، با همان سرعتی که لیتوسفر جدید اضافه می شود، از بین نرود، چه اتفاقی می افتد؟

آزمایش را تکرار کنید ولی این بار نوار کاغذی شکاف B را با سرعتی بالا ببرید که بیشتر از سرعتی باشد که نوار کاغذی شکاف A را پایین می برید.

۲– چگونه یک شکستگی در یکی از صفحات لیتوسفر، بر نتایج اثر می گذارد؟

آزمایش اولیه را تکرار کنید. این بار نوار کاغذیی را که بین شکافهای A و B قرار دارد، در جهت طولی ببرید. دقت کنید که فقط دو نوار کاغذی از هر شکاف رد شده باشند.

نمایش دهید

۱- گسترش صفحه، گود شدن صفحه و لغزش صفحه انواع گوناگون حرکات صفحه ای می باشند. یک راه برای نشان دادن تفاوت این سه نوع حرکت این است که دیاگرامی تهیه کرده و این سه نوع حرکت را نشان دهید. با علامت پیکان (→) جهت حرکت صفحه در هر یک از مثالها را نشان دهید.

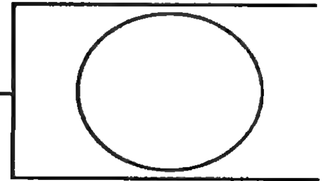
۲- از مدل جعبه کفش استفاده کرده و سه نوع حالت قرار گرفتن صفحات در کنار یکدیگر را نشان دهید. این حالتها عبارتند از:

- صفحاتی که در محل شکستگی قرار داشته و در کنار یکدیگر می لغزند.
- صفحاتی که در محل برآمدگی های کف اقیانوس قرار دارند. در این حالت صفحات از یکدیگر جدا شده و مواد جدید بالا می آیند.
- صفحاتی که در گودال های کف اقیانوس هستند. این نوع صفحات به همدیگر فشار وارد آورده و فرو می روند.

مطالعه کنید

ماهوارهٔ لیزری ژئودینامیکی (LAGEOS)، ماهواره ای است که در مدار کرهٔ زمین قرار دارد. در مورد اینکه چگونه این ماهواره همراه با یک ابزار لیزری بر روی کرهٔ زمین، حرکت پوستهٔ زمین را ردیابی و اندازه گیری می کند، مطالعه کنید.

بیشتر از نود درصد کل انرژی آزاد شده بوسیلهٔ زلزله ها، در **حلقهٔ آتش اقیانوس آرام** رخ می دهد. در مورد محل قرار گرفتن این ناحیه بیشتر مطالعه کنید.

مرکز لرزش

پرسش

در کجای سطح کرهٔ زمین، قویترین لرزش یک زلزله احساس می شود؟

مواد مورد نیاز

- اره
- یک قطعه چوب به ابعاد ۵ سانتیمتر × ۱۰ سانتیمتر × ۲۰ سانتیمتر
- یک سینی فلزی شیرینی پزی
- ۱/۴ فنجان (۶۰ میلی لیتر) خاک باغچه
- قاشق فلزی بزرگ

روش آزمایش

۱- از یک بزرگتر خواهش کنید که قطعه چوبی را به طور مورب اره نماید (مانند شکل).

۲- دو قطعه چوب را در کنار یکدیگر در سینی فلزی بگذارید.

۳- سینی را طوری روی میز قرار دهید که بریدگی بین دو قطعه چوب در لبهٔ میز قرار گیرد.

۴- بالای قطعه های چوب را با لایه ای از خاک باغچه بپوشانید.

۵- با استفاده از قاشق فلزی، در محل بریدگی بین قطعه های چوب، از زیر به سینی ضربه بزنید.

نتایج آزمایش

قطعات چوب لغزیده واز هم دوره شده وسبب جدا شدن لایهٔ خاک می شوند.

چرا؟

زدن ضربه با قاشق به زیر سینی، سبب لرزش (حرکت بطرف جلو و عقب) قطعه های چوب می شود. نقطهٔ شروع لرزش زلزله، **کانون زلزله** نامیده می شود. لرزش بوجود آمده در سینی بر اثر ضربه سبب جدا شدن قطعه های چوب در امتداد برش مورب می شود. شکستگی در قطعهٔ چوب نشانگر یک **گسل** (شکستگی در پوستهٔ زمین) می باشد. زمین اطراف گسل، در اثر

لرزش های ناشی از زلزله، جابجا می شود. عقیدهٔ عمومی بر این است که **مرکز زلزله** (نقطه ای در سطح کرهٔ زمین که مستقیماً بالای کانون زلزله قرار دارد) شدیدترین و طولانی ترین لرزش های ناشی از یک زلزله را دریافت می کند. البته این باور عمومی در مواردی درست نیست. اگر شکست پوستهٔ زمین بصورت مورب باشد (همانند آزمایش بالا)، در اینصورت معمولاً گسل و نه مرکز زلزله، در معرض بیشترین مقدار انرژی لرزشی قرار می گیرد.



پژوهش کنید

۱– آیا اکر به قطعه های چوب در امتداد برش و نزدیکتر به سطح بالایی آنها ضربه زده می شد، بر نتیجهٔ آزمایش اثر می گذاشت؟

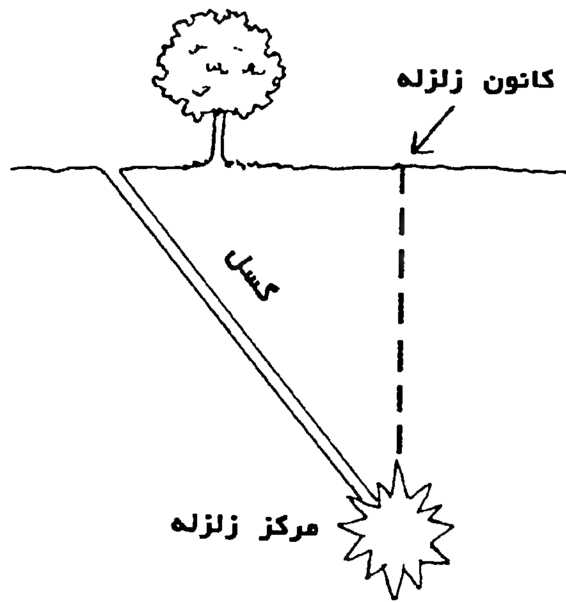
آزمایش را دو بار تکرار کنید. بار اول ضربه را در نیمه یا حد وسط ارتفاع و سپس به نقاط مختلف در طول برش وارد آورید.

* **پیشنهاد برای نمایشگاه علمی:** عکس های نتایج این آزمایش را به نمایش بگذارید.

۲– چگونه یک برش عمودی در قطعه های چوب، بر نتایج آزمایش اثر می کذارد؟

آزمایش اصلی را با استفاده از قطعه های چوب که دارای لبه های عمودی باشند تکرار کنید.

* **پیشنهاد برای نمایشگاه علمی:** قطعه های متفاوت چوب، با برش های مورب و عمودی را در نمایشگاه به نمایش بگذارید.

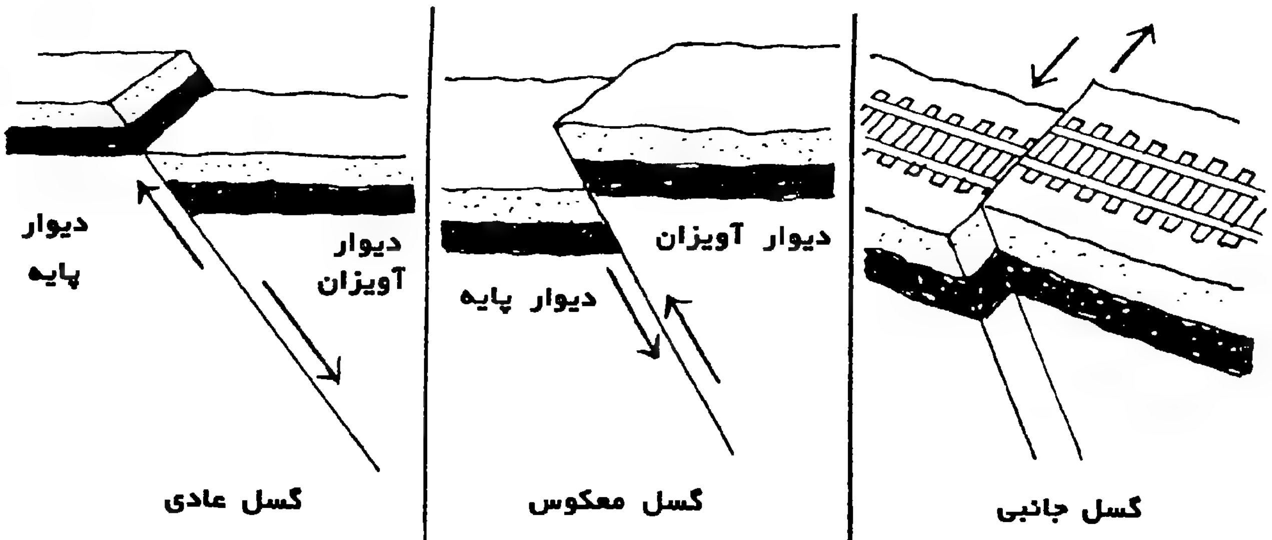


نمایش دهید

۱- یک گسل می تواند نتیجهٔ یک شکستگی مورب یا عمودی در پوستهٔ کرهٔ زمین باشد. دو گسلی که نشانگر این گونه شکافهای پوسته ای می باشند، گسلهای **سن اندریاس** و **سن فرناندو** هستند. دربارهٔ این دو گسل مشهور مطالعه کنید. نمونه هایی از این دو نوع کسل را، با استفاده از دو جعبهٔ خالی پودر شوینده و یا جعبه های مشابه، ساخته و به نمایش بگذارید.

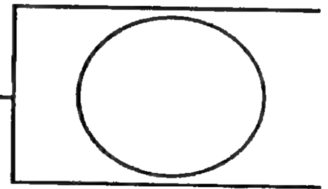
- جعبهٔ اول را بطور مورب ببرید. روی آن برچسبی با عنوان گسل سن اندریاس بچسبانید.
- جعبه دوم را بصورت عمودی ببرید. روی آن برچسبی با عنوان گسل سن فرناندو بچسبانید.

۲- سه نوع اصلی گسل عبارتند از عادی، معکوس و جانبی. با استفاده از خمیر مجسمه سازی نمونه هایی از سه نوع اصلی گسل (مانند شکل زیر) ساخته و نمایش دهید. قطعه های پوستهٔ زمین در دو طرف گسل با هم اختلاف سطح دارند. در مورد دو اصطلاح **دیوار آویزان** و **دیوار پایه** مطالعه کرده و تفاوت آنها را در گزارش خود شرح دهید.



مطالعه کنید

یک گسل عبارت است از شکستگی در پوستهٔ زمین که دو قطعهٔ طرفین آن در رابطه با یکدیگر حرکت کرده باشند. در مورد محل گسلها و فعالیتهای زلزله در این محلها مطالعه کنید.

جریانها

پرسش

چگونه تفاوت درجه حرارت بین لایه های زمین سبب ایجاد مناطق زلزله خیز می شوند؟

مواد مورد نیاز

- ۵ تا ۶ قطعه یخ
- ۲ ظرف شیشه ای یک لیتری دهان گشاد
- یک ظرف شیشه ای کوچک
- قاشق
- رنگ غذایی سبز رنگ
- کاغذ آلومینیوم
- کش لاستیکی
- دستمال کاغذی
- مداد

روش آزمایش

۱- قالبهای یخ را در یکی از شیشه های دهان گشاد بریزید. ظرف را پر از آب سرد کنید.

۲- ظرف شیشه ای کوچک را تا لبه ظرف با آب گرم پر کنید. ۶ قطره رنگ غذایی سبز رنگ به آن اضافه کرده و آهسته هم بزنید.

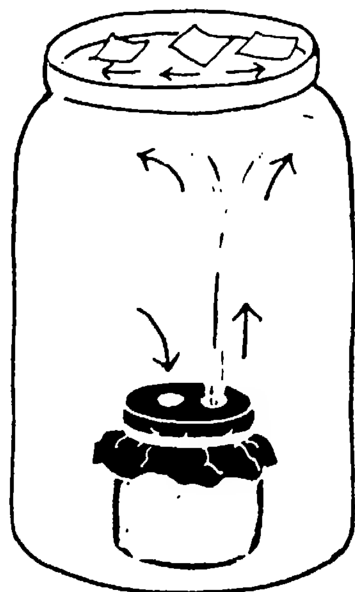
۳- دهانهٔ ظرف شیشه ای کوچک را با کاغذ آلومینیوم بپوشانید و با کش لاستیکی آن را ببندید.

۴- شیشهٔ کوچک را داخل دومین شیشهٔ بزرگ قرار دهید.

۵- قالبهای ذوب نشدهٔ یخ را از شیشهٔ بزرگ اول خارج کنید. آب سرد داخل شیشه را به درون شیشهٔ بزرگ دوم بریزید تا پر شود.

۶- سه تکه دستمال کاغذی به اندازهٔ بند انگشت دست بریده و بر روی سطح آب قرار دهید.







۷- با نوک مداد دو سوراخ کوچک در کاغذ آلومینیوم دهانهٔ شیشهٔ کوچک ایجاد کنید.

۸- محتوای رنگی شیشهٔ کوچک و همچنین تکّه های دستمال کاغذی را مورد مشاهده قرار دهید.

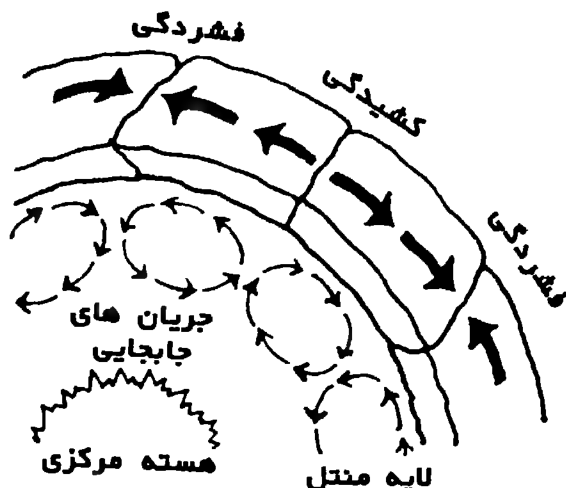
نتایج آزمایش

آب گرم رنگی از یکی از سوراخهای کاغذ آلومینیومی بطرف سطح آب سرد بالا آمده و سپس بطرف پایین می رود. تکّه های دستمال کاغذی هم بر اثر حرکت آب گرم کمی تکان می خورند.

چرا؟

آب رنگی فقط از یک سوراخ کاغذ آلومینیومی بیرون می آید، چون آب بی رنگ بطور همزمان از سوراخ دوم وارد شیشهٔ کوچک می شود. این تبادل آبی در نتیجهٔ اختلاف درجه حرارت این دو نوع آب است. مولکولهای آب، مانند همهٔ مواد دیگر، وقتی که سرد باشند، بهم نزدیکتر بوده و وقتی که گرم شوند، از هم دورتر می شوند. بنابراین در این آزمایش آب گرم رنگی، نسبت به آب

بی رنگ سرد، تراکم مولکولی (غلظت) کمتری دارد. آب گرم، که سبک تر است بالا آمده و در سطح آب سرد به حرکت درمی آید تا زمانی که درجه حرارتش کم شده و بطرف پایین حرکت کند. حرکتی که بر اثر تغییر غلظت مواد ایجاد می شود، **جریان جابجایی** نام دارد. کرهٔ زمین دارای یک هستهٔ مرکزی بسیار گرم است که مواد مجاور و بالاتر خود را گرم می کند. این مادهٔ گرم، مانند آب گرم رنگی آزمایش، منبسط شده و بطرف پوستهٔ زمین حرکت می کند ولی به جای شکستن پوسته و عبور از آن، در زیر پوستهٔ زمین گسترش پیدا کرده و در آنجا سرد و منقبض شده و دوباره بطرف پایین می آید. مواد گرم و مذاب **منتل** (دومین لایهٔ داخلی کره زمین) با نیروی فراوان بر پوستهٔ زمین فشار می آورد. این جریان با حرکت خود پوستهٔ زمین را هم تکان می دهد، همانند قطعات دستمال کاغذی که با جریان آب گرم به حرکت درمی آیند. جریانهای مختلف در زیر پوستهٔ زمین سبب فشردگی و یا کشیدگی پوسته و درنهایت جدایی قطعه های سنگی در محل برخورد جریانها می شوند. این نواحی **مناطق زلزله خیز** (مناطقی که احتمال وقوع زلزله زیاد است) نام دارند زیرا که بر اثر فشردگی و کشیدگی تولید **گسل** (شکستگی در پوستهٔ زمین) می شود. زمانیکه گسل ها جابجا می شوند، زمین به لرزه درمی آید، که به این لرزشها **زلزله** می گویند.



پژوهش کنید

۱- آیا هستهٔ سرد همان حرکت پوسته ای را تولید می کند که هسته گرم؟

آزمایش را تکرار کنید ولی این بار آب سرد را در ظرف شیشه ای کوچکتر و آب گرم را در ظرف شیشه ای دهان گشاد بریزید. نتیجه را یادداشت کنید.

* **پیشنهاد برای نمایشگاه علمی:** شکلی از حرکت آب رنگی در ظرف شیشه ای تهیه کنید و آن را همراه با اشکالی از جریانهای جابجایی مواد گرم و مذاب منتل (لایهٔ میانی زمین) که از کتابهای مختلف بدست می آورید، در نمایشگاه به نمایش بگذارید.

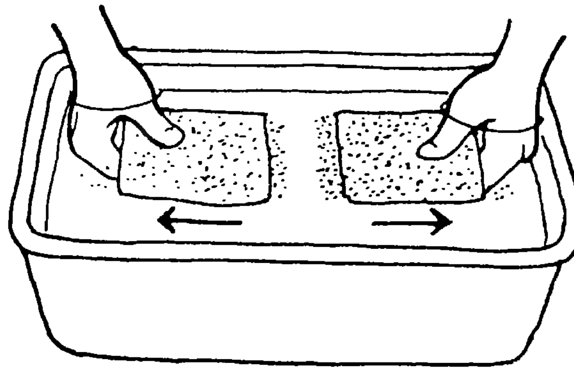
۲- آیا اگر مساحت پوستهٔ زمین بیشتر باشد بر حرکت پوسته اثر می گذارد؟

آزمایش را تکرار کنید و این بار قطعات بیشتری از دستمال کاغذی بر روی سطح آب بگذارید.

نمایش دهید

با انجام آزمایش زیر، نیروهای پوستهٔ زمین که سبب کشیدگی و فشردگی آن می شوند را به نمایش بگذارید:

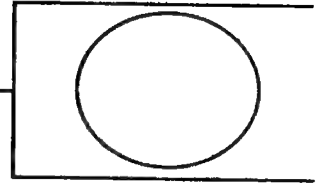
یک ظرف بزرگ را پر از آب کنید. دو قطعه مقوا به ابعاد ۵ سانتیمتر × ۱۰ سانتیمتر ببرید. آنها را مانند شکل زیر در دست گرفته و کمی زیر سطح آب فرو کنید. از همکلاسی خود بخواهید که مقداری پودر تالک بر روی آب (حدود سطح مقواها) بپاشد. به آهستگی دو قطعه مقوا را به طرف یکدیگر برده و به هم بچسبانید. مشاهده خواهید کرد که چین هایی از پودر بر روی آب تشکیل می شوند. حال این بار به آهستگی قطعه ها را از هم دور کنید. جدا شدن سطح آب پودردار را مشاهده خواهید کرد. نتایج را در گزارش خود که چگونگی حرکت مواد منتل در زیر پوستهٔ زمین و اثر آن بر حرکات پوسته ای و ایجاد زلزله را شرح می دهد، بنویسید.



مطالعه کنید

در سال ۱۹۲۸، **آرتور هولمز**، زمین شناس انگلیسی، طی مقاله ای نظریه ای ارایه داد در مورد اینکه جریانهای جابجایی در کرهٔ زمین، سبب جدا شدن قاره ها از یکدیکر شده است. این نظریه یک سری مطالعات جدید دربارهٔ کرهٔ زمین با عنوان **تکتونیک صفحات** (ساختار صفحات پوستهٔ زمین و نیروهای وارده بر آن که سبب حرکت پوستهٔ خارجی زمین می شوند) را به دنبال داشت. درباره عقاید دانشمند آلمانی **آلفرد وگنر** در مورد **لغزش قاره ای** و تفاوت آن با تکتونیک صفحات مطالعه کنید.





ضربه گیری

پرسش

چگونه اشکال لایه های زمین بر انتقال امواج زلزله اثر می گذارند؟

مواد مورد نیاز

- قیچی
- خط کش
- نخ بادبادک
- ۳ چنگال بزرگ فلزی هم اندازه
- ۱ قاشق بزرگ فلزی

روش آزمایش

۱- دو قطعه نخ هر یک بطول ۶۰ سانتیمتر ببرید.

۲- دستهٔ یکی از چنگالها را در وسط یکی از نخ ها قرار دهید.

۳- نخ را دور دستهٔ چنگال گره بزنید بطوریکه طول نخ در دو طرف چنگال یک اندازه باشد.

۴- دو سر نخ را به دور انگشتان اشارهٔ دست چپ و راست خود ببندید.

۵- نوک انگشتان اشاره خود را کمی به داخل گوشهایتان فرو کنید.

۶- کمی به طرف جلو خم شوید تا چنگال بطور آزاد آویزان شود.

۷- از همکلاسی خود بخواهید که با قاشق فلزی به آهستگی بر روی چنگال آویزان ضربه بزنند.

۸- آزمایش را با استفاده از دو چنگال تکرار کنید. چنگالها را روی هم بگذارید و قطعه نخ دوم را دور دستهٔ آنها گره بزنید بطوریکه این بار هم، طول نخ در دو طرف چنگال یک اندازه باشد.

۹- صدای چنگال تکی را (در آزمایش اول) با صدای دو چنگال (در آزمایش دوم) مقایسه کنید.

نتایج آزمایش

چنگال تکی صدای زنگدار (زیر) می دهد ولی دو تا چنگالها با هم، صدایی سنگین (بم) دارند.



چرا؟

ضربهٔ وارده به چنگالهای فلزی سبب **ارتعاش** (حرکت به طرف جلو و عقب) آنها می شود. وقتی که از یک چنگال برای آزمایش استفاده می شود، ارتعاشات در طول نخ حرکت کرده و به گوش می رسند. ولی وقتی از دو چنگال استفاده می شود، موقع نوسان به یکدیگر برخورد کرده و مانند یک **ضربه گیر** با جذب انرژی ارتعاشی، نوسانات یکدیگر را کمتر می کنند. یک زلزله عبارت است از نوسان قابل اندازه گیری سطح زمین. ارتعاشات زلزله، مانند صدای چنگال، از مرکز تولید نوسان بطرف بیرون حرکت می کند. این حرکت همانند امواجی است که بر اثر انداختن یک سنگ بر روی سطح آب تولید می شود. لایه های سنگی در زیر زمین، بر **انتقال امواج زلزله** همانگونه اثر می کنند که چنگالها بر انتقال نوسانات صدا. اگر لایه های سنگی ترک بردارند و خرد شوند، قطعات سنگها مانند ضربه گیر عمل کرده و نوسانات امواج در مسافت کمی از بین می روند. چنانچه لایه های سنگی شکسته نشده باشند، **امواج زلزله** تا مسافت بیشتری منتقل می شوند.

پژوهش کنید

۱- آیا تعداد قطعه سنگها بر انتقال نوسانات اثر می گذارد؟ آزمایش را با استفاده از تعداد بیشتری چنگال تکرار کنید.

* **پیشنهاد برای نمایشگاه علمی:** نمونه مورد استفاده در آزمایش را همراه با شرحی در مورد صدای تولید شده، در نمایشگاه علمی به نمایش بگذارید.

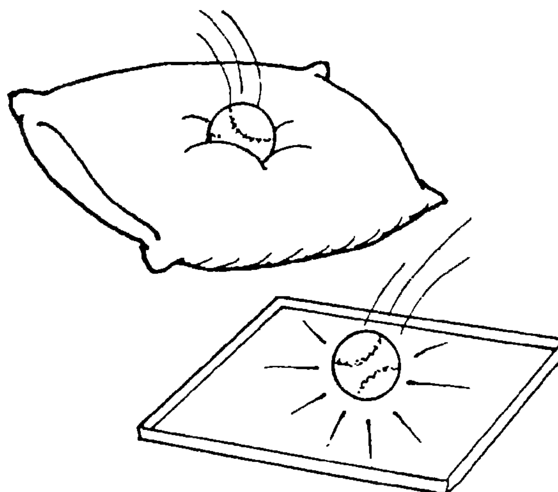
۲- آیا اندازهٔ قطعه سنگها بر انتقال نوسانات تأثیر می گذارد؟

آزمایش را تکرار کنید و این بار از قاشق، چنگال و کارد، با اندازه های مختلف، استفاده کنید.

* **پیشنهاد برای نمایشگاه علمی:** نمونه های مورد استفاده در آزمایش را همراه با شرحی دربارهٔ صدای تولید شده، در نمایشگاه به نمایش بکذارید. طرحی از شکل یک **لایهٔ سنگی زیرزمینی** شکسته شده، کشیده و آن را برای مقایسهٔ انتقال صدا در قطعه های فلزی با انتقال امواج زلزله در قطعه های شکسته شدهٔ سنگها، مورد استفاده قرار دهید.

نمایش دهید

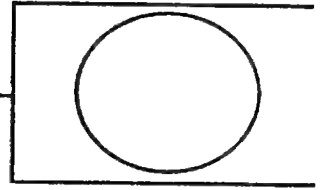
برای نشان دادن اثر تکانهای شدید و منطقه ای زلزله بر لایه های سنگی شکسته شده زیرزمین، یک توپ تنیس را بر روی یک بالش پردار پرتاب کنید. برای نشان دادن انتقال نوسانات زلزله از لایه های سنگی شکسته نشده، توپ را به داخل یک ماهیتابه فلزی پرتاب کنید. از این صحنه ها عکس برداری کنید و عکسها را همراه با شرحی در مورد نتایج هر یک از آزمایشها، در نمایشگاه به نمایش بگذارید.



مطالعه کنید

یکی از قویترین لرزشهای زلزله در تاریخ آمریکا، در زمستان ۱۸۱۱ – ۱۸۱۲ در شهر **نیومادرید** ایالت **میسوری** اتفاق افتاد. در طی آن یک سری زلزله های شدید نصف قاره آمریکا را لرزاند. در سال ۱۹۰۶ نیز زلزله ای به همان شدت شهر **سانفرانسیسکو** (در غرب آمریکا) را لرزاند. اما لرزشهای این زلزله در محدوده بسیار کمتری نسبت به زلزله نیومادرید احساس شد. لایه های سنگی زیرزمینی در منطقهٔ سانفرانسیسکو دارای شکستگی بیشتری نسبت به لایه های سنگی زیرزمینی منطقهٔ نیومادرید ایالت میسوری می باشد. در مورد اثرات این دو زلزله که دارای شدت یکسان بودند، خسارات وارده و همچنین زلزله های دیگر مطالعه کنید.





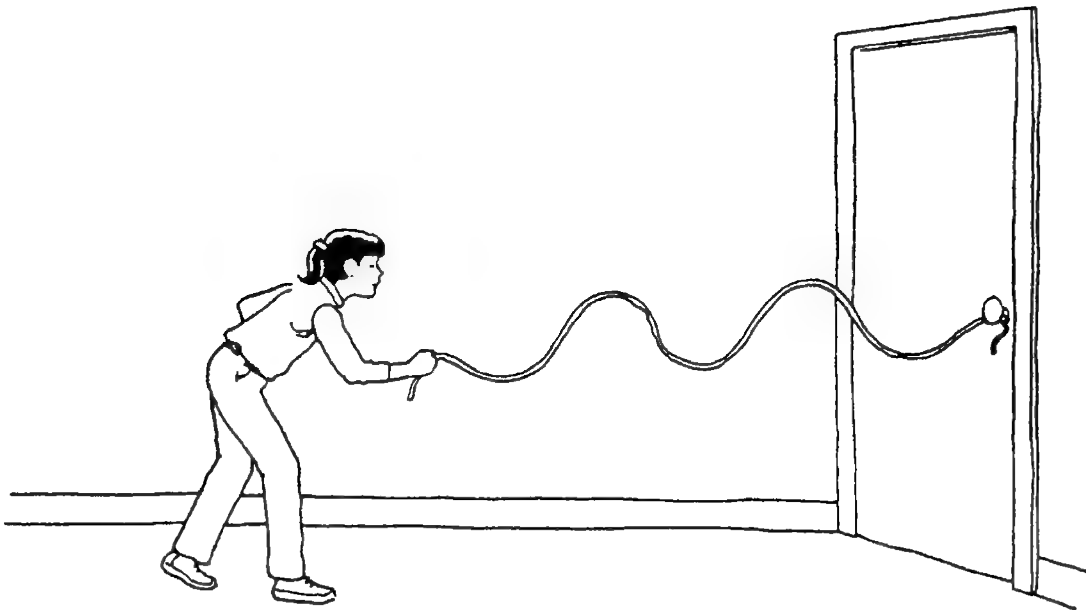
امواج S شکل

پرسش

امواج S شکل چه هستند و چگونه از داخل زمین عبور می کنند؟

مواد مورد نیاز

- طناب دومتری



روش آزمایش

۱- یک سر طناب را به دستگیرهٔ در ببندید.

۲- سر آزاد طناب را در دست خود بگیرید.

۳- از در، تا اندازه ای که طناب حالت کشیده داشته باشد، فاصله بگیرید.

۴- به آرامی طناب را بطرف بالا و پایین تکان دهید.

۵- به آرامی طناب را بطرف راست و چپ تکان دهید.

نتایج آزمایش

امواج S شکلِ عمودی و افقی در طول طناب تولید می شوند.

چرا؟

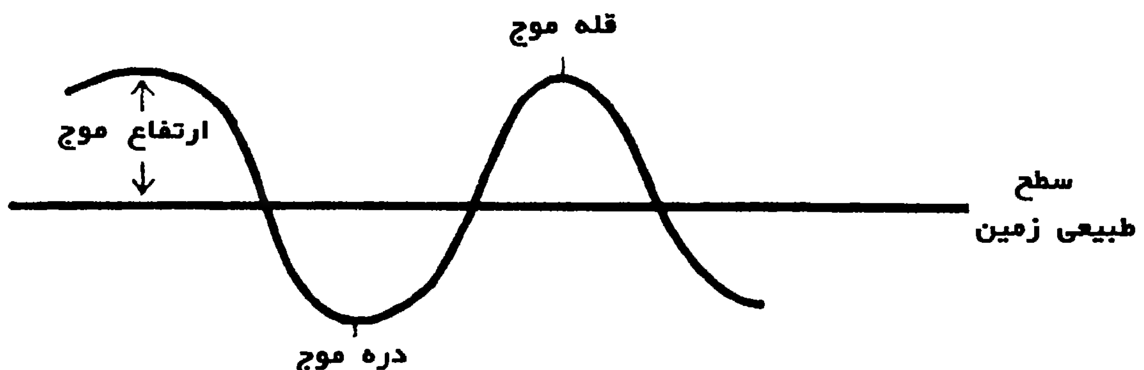
لرزش زمین را که ناشی از حرکت ناگهانی سنگهای زیرسطحی باشد، **زلزله** می نامند. این حرکت تولید **امواج یا نوسانات زلزله ای** می کند که از داخل کرهٔ زمین بطرف سطح آن حرکت می کند. این امواج زلزله ای در داخل زمین را **امواج بدنه ای** می گویند. پرانرژی ترین و سریعترین امواج بدنه ای، **امواج اولیه زلزله (امواج P شکل)** نام دارند. **امواج ثانویه زلزله (امواج S شکل)**، امواج بدنه ای آهسته تری هستند که در زیر سطح زمین حرکت کرده و بین ۵ تا ۷ دقیقه دیرتر از امواج P شکل به سطح زمین می رسند. انرژی حاصله از امواج S شکل از منبع تولید نوسانات دور شده و همانگونه که امواج در طول طناب حرکت می کنند، سبب تولید موج در لایه های سنگی می شود. این حرکات بالا - پایین و یا چپ - راست، **امواج جانبی** نامیده می شوند.

پژوهش کنید

۱- آیا انرژی زلزله بر ارتفاع موج های S شکل اثر می گذارد؟
آزمایش را تکرار کنید و این بار طناب را با شدت بیشتری تکان دهید.

* **پیشنهاد برای نمایشگاه علمی:** نتایج را یادداشت کنید و طرحی از تفاوت ارتفاع امواج در هر دو آزمایش بکشید و آن را در نمایشگاه نصب کنید.

۲- آیا فاصله از **مرکز زلزله** (محل شروع نوسانات زلزله در داخل زمین)، بر ارتفاع امواج S شکل اثر می گذارد؟
آزمایش را دو بار تکرار کنید. بار اول از طناب کوتاهتر و بار دوم از طناب بلندتر استفاده نمایید. دقت کنید که در هر آزمایش نیروی به کار برده شده برای تکان دادن طناب یکسان باشد.



نمایش دهید

۱- تصاویری از امواج S شکل تهیه کنید (خودتان بکشید یا از کتابهای مربوطه بدست بیاورید) و آنها را به نمایش بگذارید. روی تصاویر بخشهای زیر را نشان دهید.

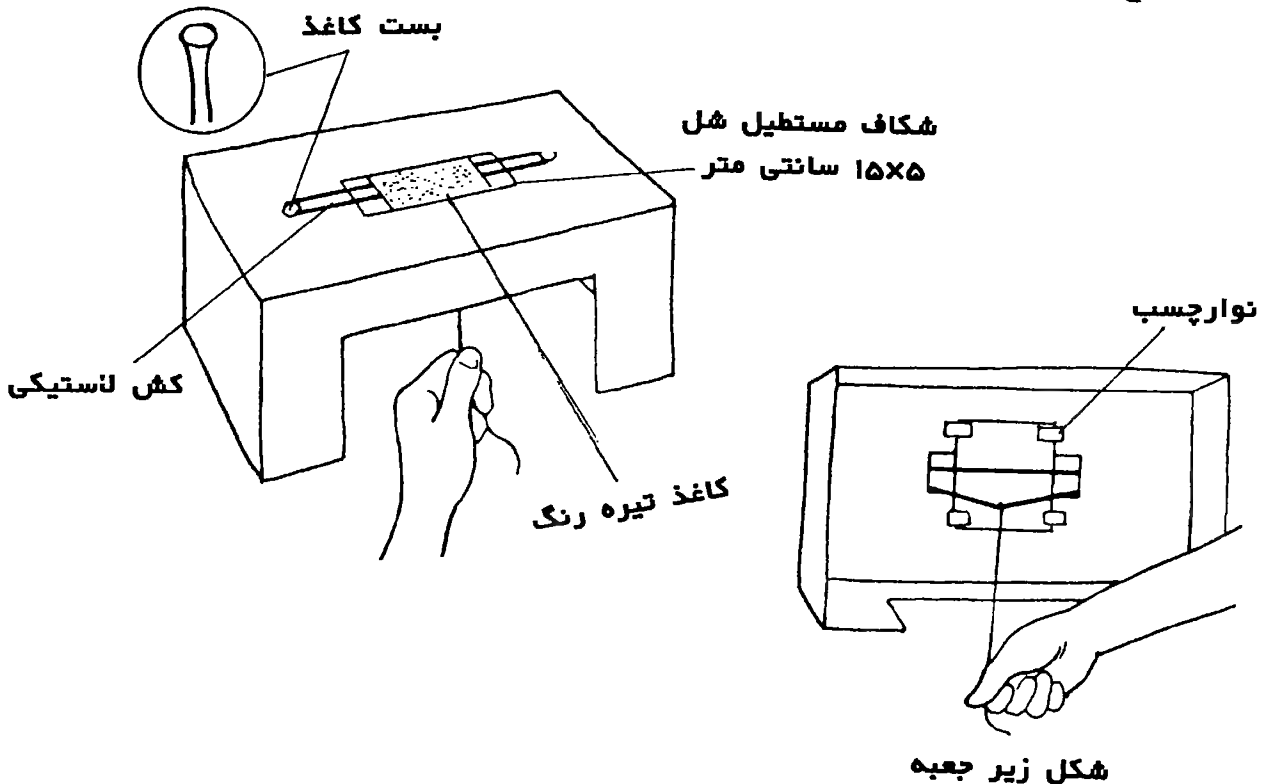
- **قله موج** (مرتفع ترین بخش موج)

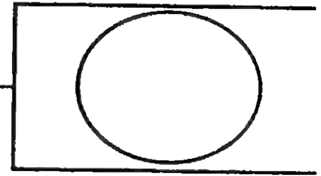
- **دره موج** (گودترین بخش موج)
- **ارتفاع موج** (ارتفاع موج از سطح طبیعی زمین)

۲- یک «جعبه زلزله» درست کنید و با استفاده از آن، حرکت بالا - پایین و یا چپ - راست امواج S شکل را بر سطح زمین نشان دهید. بدین منظور در کف یک جعبه کفش بریدگی به ابعاد ۵ سانتیمتر × ۱۵ سانتیمتر ایجاد کنید. در دو طرف عرضِ بریدگی مستطیل شکل، یک بست کاغذ فرو کنید. از داخل جعبه، پایه های بست را از هم جدا کرده و محکم کنید. یک کش لاستیکی را به دو سر این بست ها بیاندازید. یک بریدگی در سطح جانبی جعبه، به اندازه ای که دست شما به راحتی از آن رد شود، ایجاد کنید. یک کاغذ تیره رنگ به ابعاد ۱۰ سانتیمتر × ۱۵ سانتیمتر ببرید و آن را روی کش لاستیکی قرار دهید. سپس دو سر آن را از کنار کش به داخل شکاف مستطیل شکلِ بالای جعبه فرو کنید و آن را با نوارچسب به داخل جعبه بچسبانید. از زیر جعبه یک نخ به وسط یک سمت کش لاستیکی گره بزنید. جعبه را روی سطح محکمی قرار دهید و روی کاغذ را با لایه ای از نمک بپوشانید. درحالیکه با یک دست جعبه را محکم گرفته اید، نخ را در جهت عرض جعبه بطرف خود بکشید. حال نخ را رها کنید تا امواج افقی (چپ - راست) تولید شوند. سپس نخ را حدود ۵ سانتیمتر بطرف پایین بکشید و آن را رها کنید تا امواج بالا - پایین تولید شوند. حرکات ذرات نمک بر روی کاغذ را شرح دهید. این «جعبه زلزله» را برای نمایش دادن حرکات متفاوت امواج S شکل، در نمایشگاه علمی به نمایش بگذارید.

مطالعه کنید

دربارهٔ انواع مختلف امواج زلزله و موادی که این امواج می توانند از آنها عبور کنند، مطالعه کنید. همچنین دربارهٔ اینکه دانشمندان چگونه از توانایی عبور امواج زلزله از مواد مختلف استفاده می کنند تا نوع مواد درونی زمین را تشخیص دهند، مطالعه کنید.



انتقال انرژی

پرسش

چگونه انرژی امواج اولیه زلزله (امواج P شکل) از زمین عبور می کنند؟

مواد مورد نیاز

- قیچی
- خط کش
- نخ
- چسب کاغذی
- ۵ عدد تیله

روش آزمایش

۱- ۵ قطعه نخ هر یک به طول ۳۰ سانتیمتر ببرید.

۲- هر نخ را بوسیلهٔ چسب کاغذی به یک تیله وصل کنید.

۳- سر آزاد هر کدام از نخ ها را با چسب کاغذی به لبهٔ یک میز بچسبانید، بطوریکه طول نخها یک اندازه بوده و تیله ها کاملاً در کنار یکدیگر قرار گرفته و با هم تماس داشته باشند.

۴- اولین تیله را در جهت امتداد میز و مخالف ردیف تیله ها بالا ببرید. سپس آن را رها کنید.

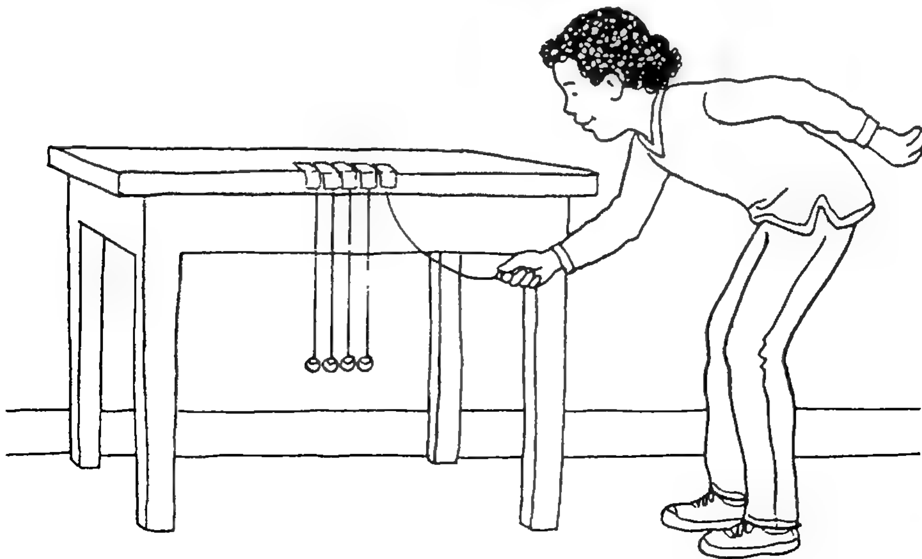
۵- حرکت تیله ها را مشاهده کنید.

نتایج آزمایش

اولین تیلهٔ رها شده به نزدیکترین تیله در مسیر حرکتش برخورد کرده و متوقف می شود. در نتیجهٔ این ضربه، آخرین تیله نیز از مکان خود خارج شده و به طرف بیرون از مجموعه پرتاب می شود و موقع برگشت به نزدیکترین تیله در مسیر حرکتش برخورد می کند. این حرکت رفت و برگشت تیله ها برای چند ثانیه ادامه خواهد داشت.

چرا؟

بالا بردن اولین تیله سبب تولید انرژی در آن می شود. این انرژی در اثر برخورد، به تیلهٔ مجاور منتقل می شود. این انرژی با برخورد تیله ها به یکدیگر، از یک تیله به تیلهٔ بعدی انتقال یافته و آخرین تیله را به سوی خارج پرتاب می کند. انتقال انرژی از یک تیله به تیلهٔ بعدی، مشابه انتقال انرژی ناشی از ضربه امواج اولیه زلزله در درون لایه های زمین می باشد. اولین نشانهٔ وقوع زلزله، ضربه چکش مانندی است که در اثر خروج امواج اولیهٔ زلزله از سطح زمین، احساس شده و شنیده می شود. پیش از آن، امواج اولیه زلزله از میان لایه های مذاب و جامد زمین عبور کرده و سبب فشرده شدن مواد سر راه خود می شوند. این مواد فشرده شده، پس از عبور انرژی امواج، مانند فنر، به موقعیت اولیه خود بر می گردند. **پوستهٔ خارجی زمین** در اثر ضربهٔ ناشی از انرژی امواج اولیه زلزله، به طرف بالا رانده می شود و پس از عبور انرژی، به جای اول خود برمی گردد.



پژوهش کنید

۱- آیا اگر تیله ها در یک ردیف نبودند، بر انتقال انرژی اثر می گذاشت؟

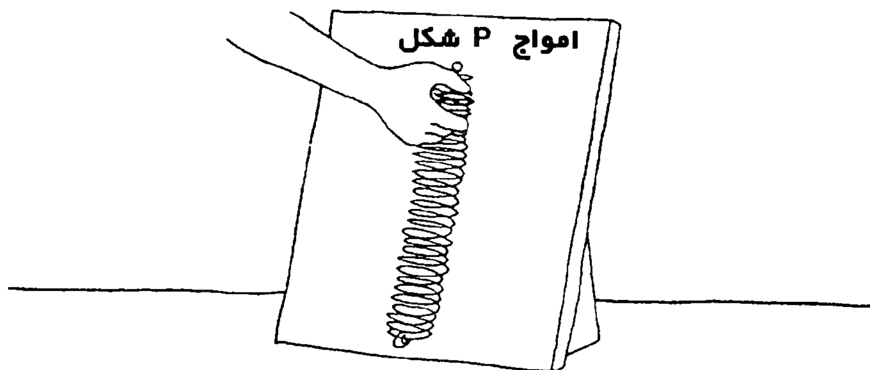
آزمایش را تکرار کنید ولی این بار از نخ های با طول متفاوت استفاده کنید.

۲- آیا تغییر فاصلهٔ بین مولکولها، بر انتقال انرژی اثر می گذارد؟

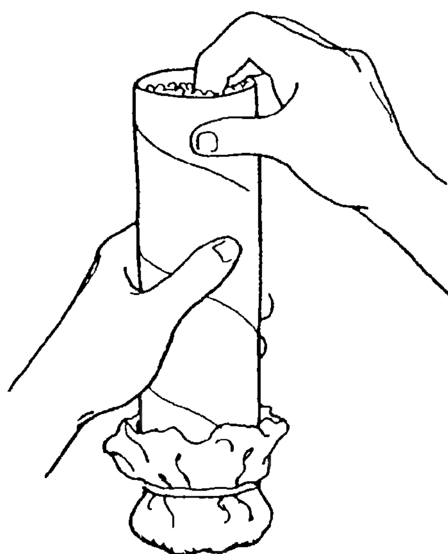
آزمایش را تکرار کنید اما این بار نخ ها را با کمی فاصله از هم، از میز آویزان کنید بطوریکه فاصلهٔ بسیار کمی بین تیله ها بوجود آید.

نمایش دهید

۱- از یک فنر پلاستیکی بازی استفاده کنید و حرکت امواج اولیه زلزله را، وقتی از **کانون زلزله** (نقطهٔ شروع زلزله) تا **مرکز زلزله** (نقطه ای در سطح زمین و بالای کانون زلزله) حرکت می کنند، نمایش دهید. بدین منظور دو انتهای فنر را، درحالیکه آن را کمی کشیده اید، در جهت عمودی بر روی یک مقوای ضخیم وصل کنید. سپس چند حلقهٔ انتهایی آن را به هم فشرده و بعد رها کنید. نتیجه را مشاهده نمایید.

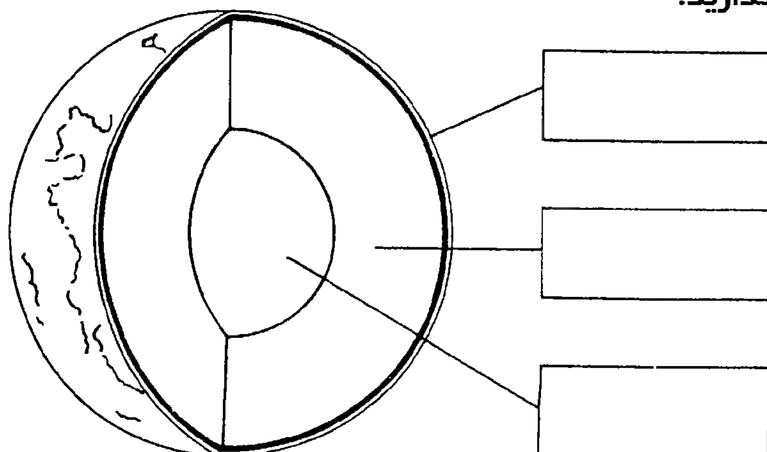


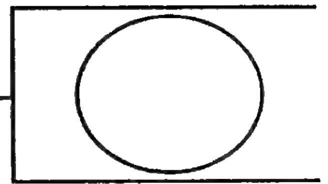
۲- حرکت امواج زلزله در داخل لایهٔ ماسه ای به آهستگی صورت می گیرد زیرا انرژی این امواج به جهات مختلف منتقل می شود. برای نشان دادن این پدیده، انتهای یک لوله مقوایی را با حولهٔ کاغذی ببندید و از یک کش لاستیکی برای محکم کردن آن استفاده کنید. داخل لوله را ماسه بریزید. با انگشت خود ماسه را به طرف پایین و خارج لوله فشار دهید. نتیجهٔ آزمایش را مشاهده کنید.



مطالعه کنید

امواج اولیه، سریعترین امواج زلزله هستند. دربارهٔ سرعت امواج اولیه درحالیکه از میان لایه های مختلف درونی زمین یعنی **پوسته**، **منتل** و **هسته** عبور می کنند، مطالعه کنید. طرحی از برش کرهٔ زمین تهیه کرده و سرعت عبور امواج زلزله از لایه های مختلف را بر روی آن بنویسید و آن را به نمایش بگذارید.






تغییر جهت

پرسش

چه اتفاقی بر انرژی زلزله، پس از رسیدن به سطح زمین، می افتد؟

مواد موردنیاز

- قیچی
- خط کش
- مقداری کش خیاطی با پهنای ۱/۲۵ سانتیمتر
- قلم ماژیک
- ۱۲ نی نوشیدنی
- ماشین دوخت
- نوار چسب کاغذی

روش آزمایش

۱- یک قطعهٔ یک متری از کش ببرید.

۲- روی کش و به فاصلهٔ ۱۵ سانتیمتر از سر آن، با قلم ماژیک یک علامت بگذارید. سپس هر ۴ سانتیمتر یک بار یک علامت بگذارید. این کار را تکرار کنید تا مجموعاً ۱۲ علامت داشته باشید.

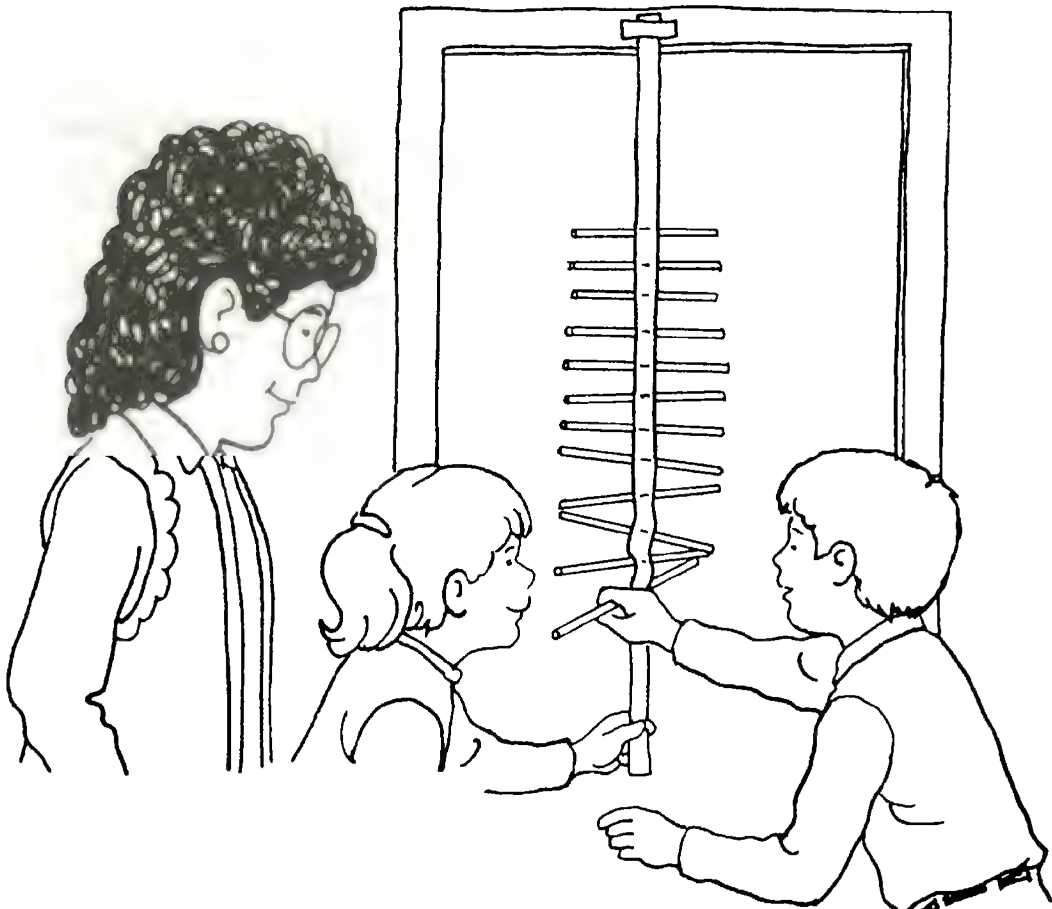
۳- زیر هر علامت یک نی قرار دهید و با استفاده از ماشین دوخت، کش را به وسط نی وصل کنید.

۴- یک سرکش را با نوار چسب کاغذی بر بالای یک چهارچوب درب بچسبانید بطوریکه سر دیگر آن بطور آزاد آویزان شود.

۵- سر آزاد کش را در دست گرفته وبه اندازهٔ ۳۰ سانتیمتر بطرف پایین بکشید.

۶- در همان حال، پایین ترین نی را به اندازهٔ ۱۸۰ درجه بچرخانید و سپس آن را رها کنید.

۷- حرکت همهٔ نی ها را مشاهده کنید.



نتایج آزمایش

چرخش نی ها از پایین شروع شده و تا بالاترین نی ادامه می یابد. سپس همین حرکت از بالا به پایین تکرار می شود. این حرکت موج وار برای چند ثانیه ادامه می یابد تا اینکه نی ها به حالت سکون اولیه برگردند.

چرا؟

سنگهای پوستهٔ زمین بر اثر نیروهایی از قبیل حرکت مواد گرم زیر پوسته، چرخش کرهٔ زمین، نیروی جاذبهٔ خورشید و ماه، و نیروی جاذبهٔ خود کره زمین، فشرده، کشیده و پیچیده می شوند. زلزله ها وقتی رخ می دهند که بر اثر نیرو کافی، سنگها شکسته شده و از هم جدا شوند. پیچ خوردن نی پایینی شبیه فشاری است که بر روی سنگهای پوستهٔ زمین وارد می شود. رها کردن نی پایینی، موجی از انرژی را در طول کش و به طرف بالا می فرستد. این انرژی در طول کش از یک نی به نی بعدی منتقل شده و آنها را می پیچاند.

همانند آزمایش بالا، انرژی ناشی از یک زلزله، برای رسیدن به سطح زمین، سنگهای پوستهٔ زمین را پیچانده و آنها را جابجا می کند. سنگها، پس از عبور انرژی به طرف سطح زمین، به مکان اولیه خود برمی گردند. در آزمایش بالا، وقتی که انرژی به بالای نوار کش می رسد، بیشتر آن انرژی جایی برای رفتن ندارد و به ناچار به سمت پایین برمی گردد. حرکت موج دار نی ها تا زمانی که انرژی موجود مصرف نشده باشد، به طرف بالا و پایین ادامه می یابد، ولیکن همهٔ انرژی ناشی از وقوع زلزله، پس از رسیدن به سطح زمین، دوباره به داخل زمین برنمی گردد، بلکه مقداری از آن در طول لایهٔ خارجی زمین حرکت کرده و حرکات موج واری را تولید می کند.

پژوهش کنید

۱- آیا ماده ای که از **انعطاف** (قابلیت خم یا کشیده شدن) کمتری برخوردار است، بر انتقال انرژی اثر می گذارد؟

آزمایش را تکرار کرده و این بار به جای کش از یک نوار روبان ضخیم استفاده کنید.

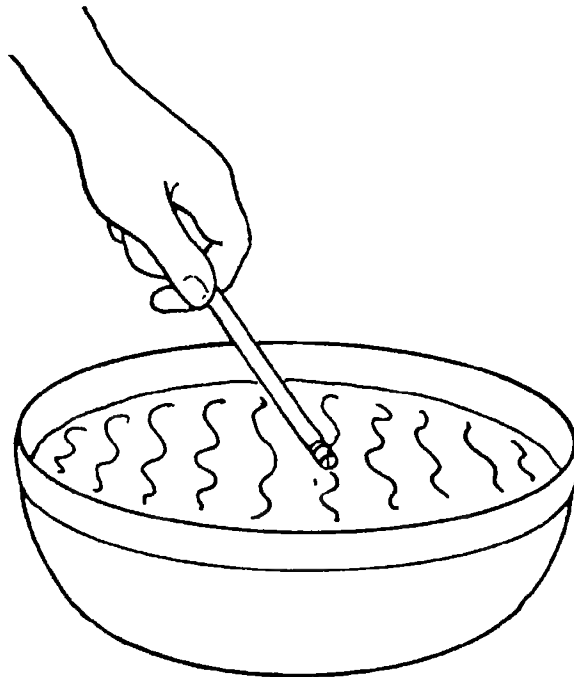
۲- اثر نیروی پیچشی بر یک جسم جامدتر چیست؟

آزمایش اولیه را تکرار کنید. این بار به جای نی ها از یک قطعه مقوای مستطیل شکل به ابعاد ۲۰ سانتیمتر × ۶۰ سانتیمتر استفاده کرده و آن را با ماشین دوخت به نوار کش وصل کنید.

* **پیشنهاد برای نمایشگاه علمی:** سه مدل نوار استفاده شده برای آزمایشهای این درس را در نمایشگاه به نمایش بگذارید. حرکات موجی تولید شده توسط هر مدل را به بازدیدکنندگان نشان دهید.

نمایش دهید

امواجی که در سطح زمین حرکت می کنند، سبب حرکات بالا - پایین آن می شوند. این موج ها که **امواج رالی** نامیده می شوند، مانند موج های آب عمل می کنند. به منظور نمایش این امواج، کاسه بزرگی را پر از آب کرده و با انتهای مداد ضربه ای به سطح آب بزنید تا امواج سطحی تولید شوند. شکل این امواج را کشیده و در نمایشگاه علمی به نمایش بگذارید.

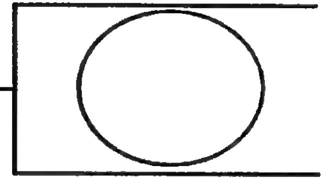


مطالعه کنید

بر اثر حرکت انرژی زلزله بر سطح زمین، دو نوع حرکت تولید می شود:

- **امواج عمودی** که حرکات بطرف بالا - پایین تولید می کنند.
- **امواج افقی** که حرکات بطرف جلو - عقب تولید می کنند.

دربارهٔ این دو نوع موج سطحی، صدمات ناشی از هر یک و دانشمندانی که برای اولین بار این دو نوع حرکت را شناسایی کردند مطالعه نموده و آن را بصورت یک گزارش ارائه دهید.



۱۲ داخل زمین

پرسش

چگونه امواج زلزله نشان می دهند که درون زمین از لایه های مختلفی تشکیل شده است؟

مواد موردنیاز

- قیچی
- خط کش
- نوار پهن ویژه لوله کشی (duct tape) یا هر شیئی دیگری به ابعاد زیر که کف ظرف پر از آب، بی حرکت بماند.
- لگن یا قابلمه بزرگ
- ۱۰ سکه پول

روش آزمایش

۱- یک چهارگوش ۵ سانتیمتر × ۵ سانتیمتر از نوارچسب را ببرید.

۲- آن را به وسط کف ظرف بچسبانید.

۳- ظرف را روی میز قرار دهید.

۴- یکی از سکه ها را بین دو انگشت بگیرید.

۵- دست خود را بر روی لبهٔ ظرف قرار دهید (مانند شکل).

۶- سعی کنید با تنظیم موقعیت دست خود، سکه ها را روی نوار چهارگوش بیاندازید.

۷- درحالیکه دست خود را در آن موقعیت ثابت نگهداشته اید، از همکلاسی خود بخواهید که سکه هایی را که انداخته اید جمع کرده و سپس لگن را تا ارتفاع ۱۰ سانتیمتر پر از آب کند.

۸- حال سکه ها را دوباره یک به یک به داخل آب بیاندازید.

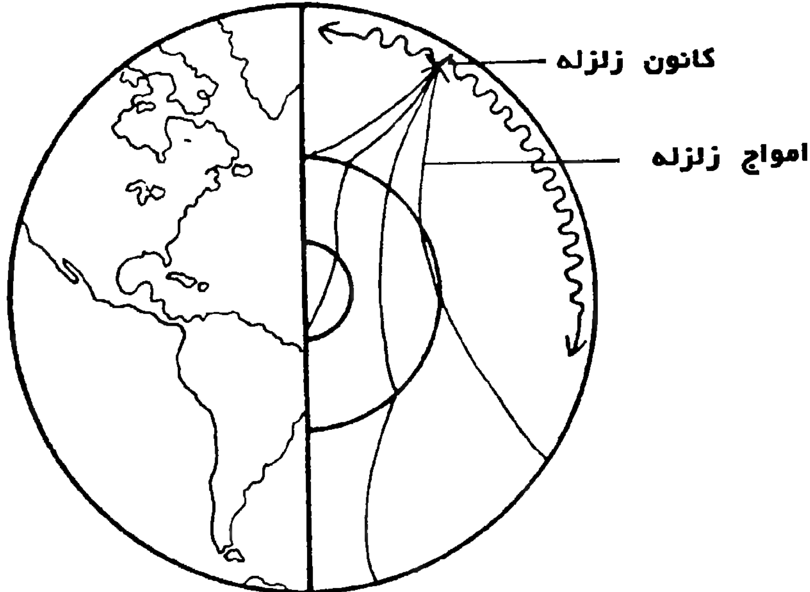


نتایج آزمایش

وقتی که سکه ها را به داخل ظرف خالی میاندازید، مستقیماً روی نوار چهارگوش میافتند، ولی وقتی که به داخل لگن پر از آب انداخته می شوند، درنتیجهٔ برخورد با سطح آب، مسیر آنها تغییر می کند.

چرا؟

مسیر حرکت سکه ها هنگام ورود به داخل آب تغییر می کند. این **تغییر مسیر** ناگهانی سکه ها در مرز بین هوا و آب، به دلیل اختلاف **چگالی** (تعداد مولکولها در یک حجم معین) ماده هایی است که سکه از آن ها عبور می کند (آب و هوا). امواج زلزله نیز، اگر چگالی لایه های مختلف زمین یکسان بود، می توانست در امتداد یک خط مستقیم حرکت کند. ولیکن **دانشمندان زلزله شناس** مشاهده کرده اند که مسیرهای امواج انرژی زلزله تغییر میکنند. آنها نتیجه گرفته اند که امواج زلزله در مرز لایه های زمین که دارای چگالی های متفاوت هستند، تغییر مسیر می دهند. این مشاهدات به دانشمندان کمک می کند که موقعیت لایه های مختلف زمین را تشخیص دهند.



پژوهش کنید

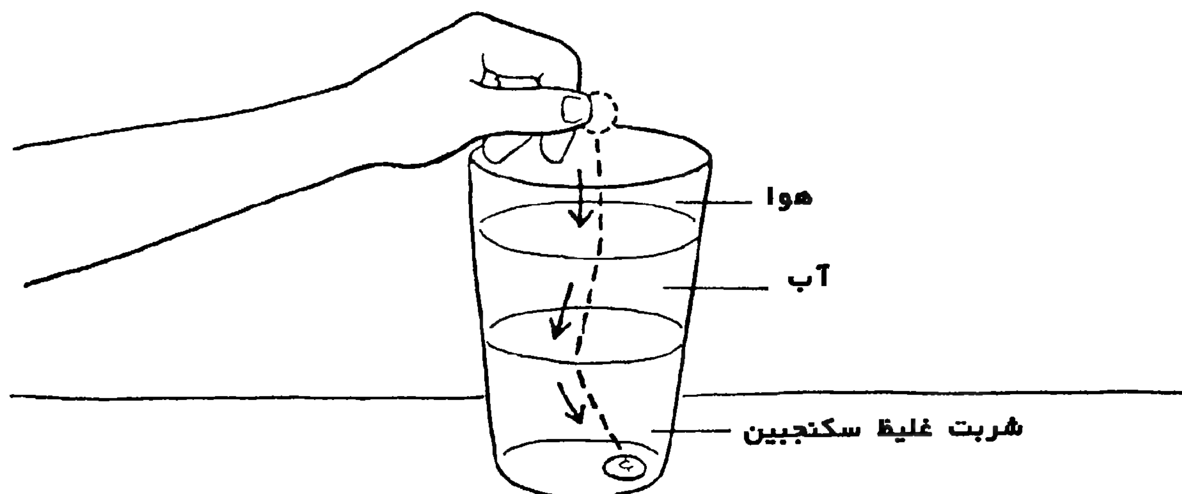
۱– آیا می توان با استفاده از سکه های با اندازه های متفاوت، تغییر مسیر را بهتر نشان داد؟ آزمایش را دو بار دیگر تکرار کنید. بار اول از سکه کوچکتر و بار دوم از سکه بزرگتر استفاده کنید.

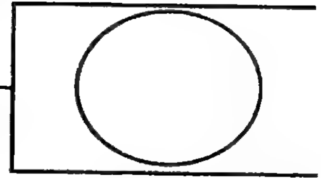
* **پیشنهاد برای نمایشگاه علمی:** ببینید کدامیک از سکه ها بیشتر تغییر مسیر می دهد. از آن سکه برای اجرای آزمایش این درس در نمایشگاه استفاده کنید.

۲– آیا عمق آب بر میزان تغییر مسیر اثر می گذارد؟ آزمایش اول را با دو عمق مختلف آب تکرار کنید.

نمایش دهید

هر چقدر میزان اختلاف چگالی دو ماده بیشتر باشد، تغییر مسیر سکه ها و همچنین تغییر مسیر امواج انرژی زلزله بیشتر خواهد بود. برای نمایش این پدیده، در لیوانی شیشه ای، به ارتفاع ۱/۴ شربت غلیظ سکنجبین بریزید. سپس به آرامی روی شربت آب بریزید تا ۳/۴ لیوان پر شود. دست خود را کمی بالاتر از لیوان نگهداشته و یک سکه به داخل آن بیاندازید و مسیر حرکت سکه را داخل لیوان مشاهده کنید. این آزمایش می تواند بخشی از نمایشگاه علمی شما باشد.





۱۳

زلزله نگار

پرسش

چگونه یک زلزله نگار بزرگی زلزله را ثبت می کند؟

مواد موردنیاز

- یک جعبه مقوایی به ابعاد ۳۰ سانتیمتر × ۳۰ سانتیمتر × ۳۰ سانتیمتر
- قیچی
- خط کش
- نوار کاغذی ماشین حساب
- نخ
- مداد
- یک لیوان کاغذی کوچک (با ظرفیت حدود ۱۵۰ میلی لیتر)
- نوارچسب کاغذی
- یک قلم ماژیک سیاه رنگ
- یک لیوان کوچک شنِ ریز
- مقداری خمیر مجسمه سازی

روش آزمایش

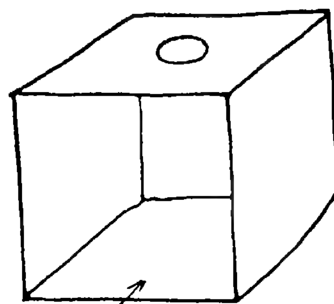
۱- جعبه را طوری قرار دهید که دهانه باز آن بطرف شما باشد.

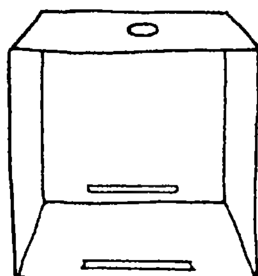
۲- وسط سطح بالایی جعبه دایره ای به قطر ۴ سانتیمتر ببرید.

۳– دو شکاف به درازای ۸ سانتیمتر و پهنای ۱ سانتیمتر در جعبه ایجاد کنید، بطوریکه شکاف اول در کف جعبه و نزدیک دهانه و شکاف دوم در ضلع روبروی دهانه باشند.

۴– ۶۰ سانتیمتر از نوار ماشین حساب را ببرید.

۵– نوار را مانند شکل از شکاف ها رد کنید بطوریکه سر آزاد نوار به طول ۴ سانتیمتر از دهانه جعبه بیرون بیاید.





۶– دو قطعه نخ به درازای ۶۰ سانتیمتر ببرید.

۷– با نوک مداد دو سوراخ روبروی هم، کمی پایین تر از دهانهٔ لیوان کاغذی ایجاد کنید.

۸– به هر سوراخ یک نخ ببندید.

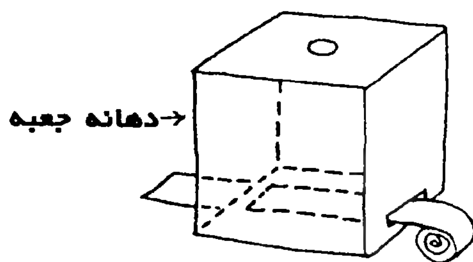
۹– دو سر آزاد نخ ها را از سوراخ وسط جعبه بطرف بالا رد کنید.

۱۰– نخ ها را دور یک مداد بسته و مداد را مانند شکل روی سوراخ قرار دهید.

۱۱– نوک قلم ماژیک را وارد لیوان کرده و از انتهای لیوان عبور دهید.

۱۲– لیوان را با شن پر کنید.



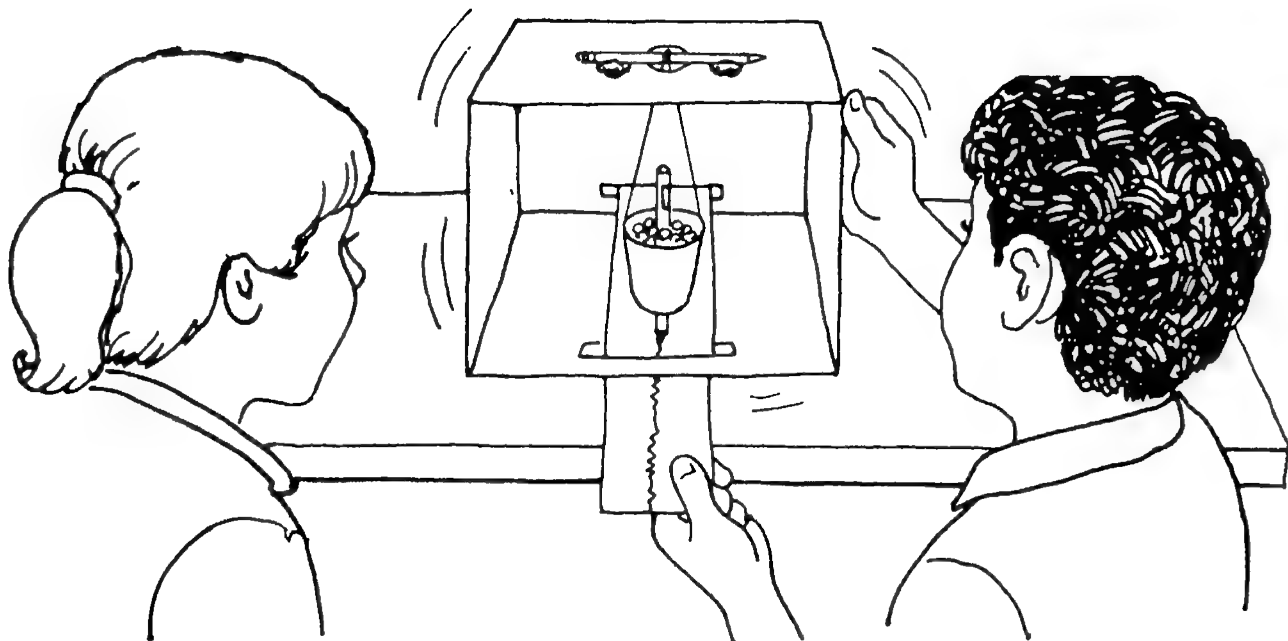


۱۳– نخ لیوان را به دور مداد تا آن اندازه بپیچید که نوک قلم ماژیک کمی با نوار کاغذی تماس داشته باشد.

۱۴– با استفاده از خمیر مجسمه سازی مداد را سر جایش محکم نموده و درنتیجه از حرکت نخ جلوگیری کنید.

۱۵– حال با یک دست نوار کاغذی را بکشید و با دست دیگر به آرامی جعبه مقوایی را تکان دهید (مانند شکل).

۱۶– خطوطی را که قلم ماژیک بر روی نوار کاغذی می کشد، مشاهده کنید.



نتایج آزمایش

قلم ماژیک خطوط هفت و هشت (زیگزاگ) بر روی نوار کاغذی در حال حرکت رسم می کند.

چرا؟

هنگام تکان دادن جعبه به طرف جلو و عقب، **مقاومت نسبت به تغییر حرکت** که در لیوان سنگین وزن وجود دارد، سبب می شود که لیوان در حالت یکنواخت باقی بماند. اگر در همان حال نوار کاغذی به جلو کشیده شود، بر اثر لرزش جعبهٔ نوار از یک طرف به طرف دیگر حرکت کرده و یک خط هفت و هشت روی آن کشیده می شود. یک **زلزله نگار** (ابزار اندازه گیری انرژی لرزشی زلزله) از یک شیئی بسیار سنگین تشکیل شده است که ثابت می باشد ولی قابی که شیئی به آن متصل است، در اثر لرزش زمین حرکت می کند. یک قلم ثبت کننده که به شیئی معلق متصل است لرزشهای زمین را بر روی یک نوار کاغذی در حال حرکت ثبت می کند. پهنای خطوط هفت و هشت تولید شده، با **بزرگی زلزله** (اندازه یا مقدار انرژی لرزشی رها شده) در حال ثبت، افزایش می یابد. به خطوط ثبت شده بر روی نوار کاغذی، **زلزله گرام** می گویند.

پژوهش کنید

۱— آیا وزن لیوان بر زلزله گرام اثر می گذارد؟

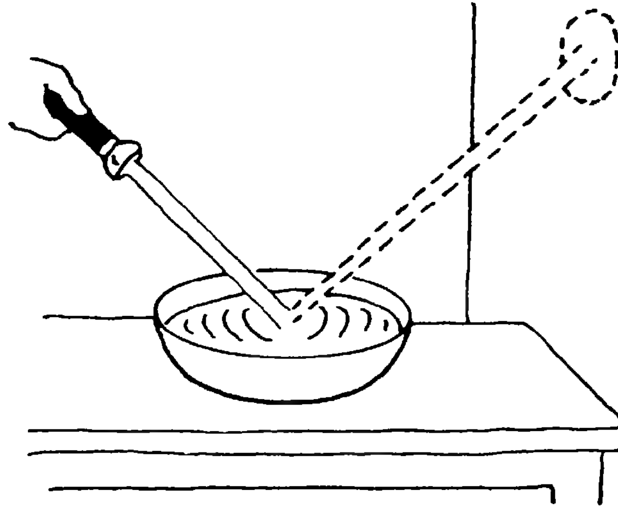
این بار لیوان را خالی کرده و آزمایش را تکرار کنید.

۲— آیا جهت زلزله بر شکل خطوط زلزله گرام اثر می گذارد؟

با استفاده از یک قطب نما، جعبه را طوری قرار دهید که نوار کاغذی در جهت شمال – جنوب باشد. آزمایش را چهار بار تکرار کنید و هر بار جعبه را در یکی از جهات جغرافیایی شمال، خاور، جنوب و باختر تکان دهید. زلزله گرام هر یک را مشخص کرده و برچسب بزنید.

نمایش دهید

شما می توانید با استفاده از نور، یک زلزله نگار حساس درست کنید. جامی پر از آب را روی یک میز بگذارید. از یکی از همکلاسیها بخواهید که چراغ قوه ای را روی جام طوری بگیرد که نور آن بعد از برخورد با سطح آب، بر روی دیوار نزدیک میز منعکس شود. درحالیکه به آرامی با انگشت خود بر روی آب ضربه می زنید، نقطهٔ روشن روی دیوار را مشاهده کنید. با زدن ضربه روی میز، لرزشهای کوچک دیگری را تولید کنید. این آزمایش را می توانید در نمایشگاه علمی اجرا کنید.

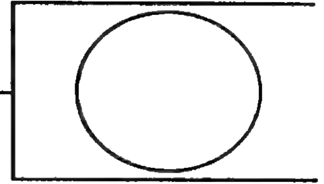


مطالعه کنید

آندریا موهوروویسیک (Andrija Mohorovicic)، زلزله شناس اهل یوگسلاوی، زلزله گرامهای زلزله سال ۱۹۰۹ شبه جزیره بالکان را که توسط **زلزله نگار** ثبت شده بود، مورد بررسی قرار داد. در مورد این دانشمند مطالعه کرده و جواب پرسشهای زیر را پیدا کنید:

- او با بررسی زلزله گرامها، به چه اطلاعاتی دربارهٔ سرعت امواج زلزله در عمق حدود ۴۰ کیلومتری زمین دست یافت؟
- **موهو** مختصر چه کلمه ای است؟

۱۴



یک درجهٔ ریشتر

پرسش

درجهٔ ریشتر (روشی برای اندازه گیری انرژی زلزله) نشان دهندهٔ چه میزان انرژی لرزشی می باشد؟

مواد مورد نیاز

- یک جعبهٔ مقوایی به ابعاد ۱۵ سانتیمتر × ۳۰ سانتیمتر × ۴۵ سانتیمتر
- مقداری دانهٔ ذرت بو داده
- خط کش چوبی بزرگ

روش آزمایش

۱- کف جعبه را با ذرت بوداده بپوشانید.

۲- جعبه را به اندازهٔ حدود ۲/۵ سانتیمتر از زمین بالا بیاورید.

۳- جعبه را رها کنید.

۴- حرکت دانه های ذرت بو داده در داخل جعبه را مشاهده کنید.

۵- جعبه را این بار به اندازهٔ ۸۰ سانتمیتر از زمین بالا بیاورید.

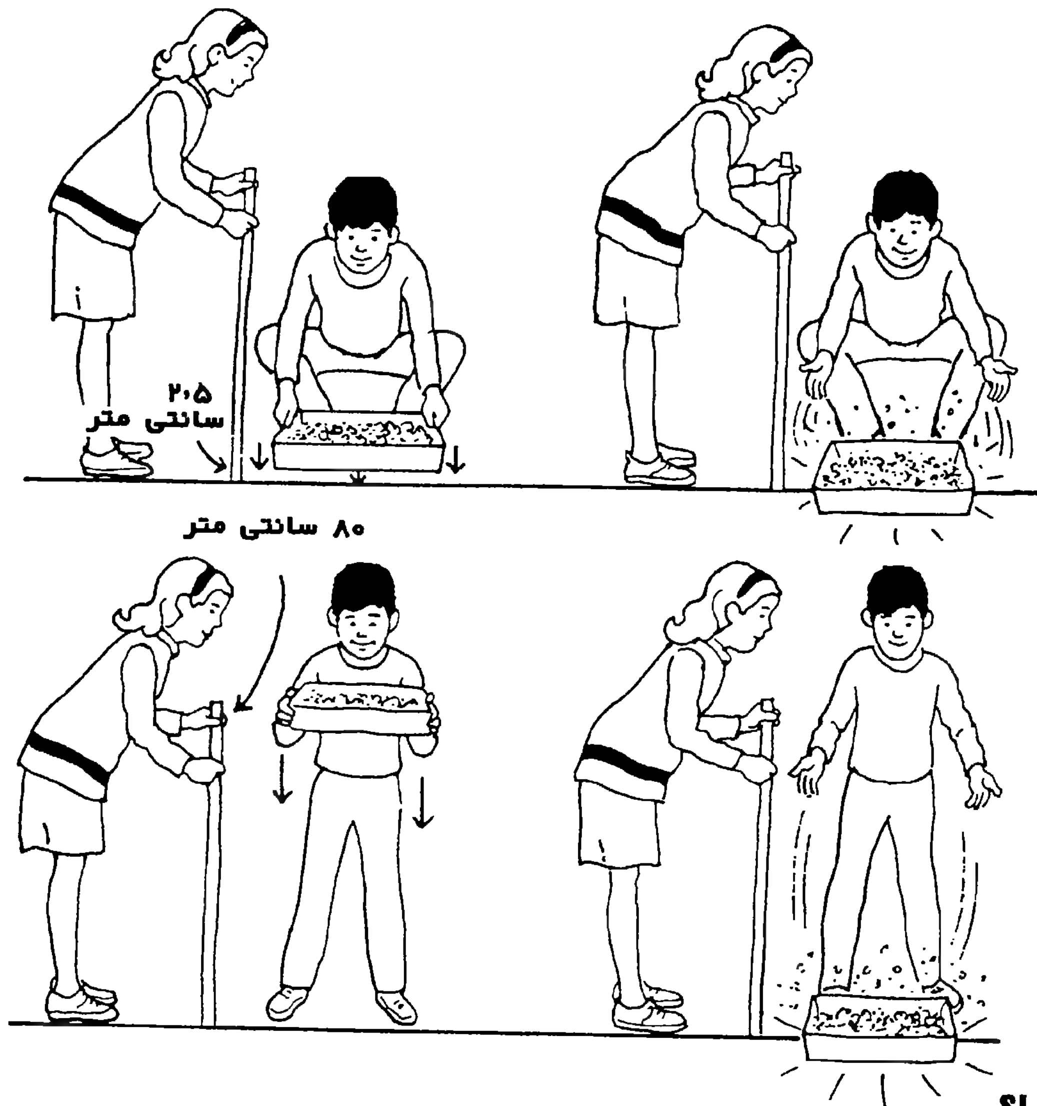
۶- جعبه را رها کنید.

۷- حرکت دانه های ذرت بوده داده در داخل جعبه را مشاهده کنید.

نتایج آزمایش

دانه های ذرت بوداده در داخل جعبه بر اثر برخورد جعبه با زمین تکان می خورند.

وقتی که جعبه از ارتفاع ۲/۵ سانتیمتری بر زمین می افتد، ذرت ها کمی بطرف بالا حرکت می کنند و زمانی که جعبه از ارتفاع ۸۰ سانتیمتری بر زمین می افتد، دانه ها به خارج جعبه پرتاب می شوند.



چرا؟

انرژی ذخیره شده، وقتی که جعبه به ارتفاع ۸۰ سانتیمتر از زمین بالا برده می شود، ۳۲ برابر انرژی ذخیره شدهٔ هنگامی است که جعبه به ارتفاع ۲/۵ سانتیمتر از زمین بالا برده شود. با رها شدن جعبه، این انرژی دانه های ذرت را تکان می دهد. تفاوت در میزان حرکت دانه های ذرت را می توان با تفاوت مقدار انرژی لرزشی زلزله های مختلف، که با مقیاس ریشتر اندازه گیری می شود، مقایسه کرد. **درجهٔ ریشتر**، یک نظام (سیستم) عددی است که برای اندازه گیری بزرگی زلزله بکار می رود. درجهٔ ریشتر شامل اعداد صحیح و اعشاری از ۱ تا ۹ می باشد. میزان انرژی رها شده از یک درجه به درجهٔ بعد، ۳۲ برابر می شود. برای مثال، مقدار انرژی رها شده از زمین لرزه های با شدت ۷ ریشتر، ۳۲ برابر انرژی زلزله ای با درجهٔ ۶ ریشتر و ۱۰۲۴ برابر (۳۲ × ۳۲) انرژی زلزله ای با درجهٔ ۵ ریشتر می باشد.

پژوهش کنید

۱- اختلاف انرژی لرزشی بین زلزله هایی که کمتر از یک درجهٔ کامل ریشتر با هم تفاوت دارند چیست؟

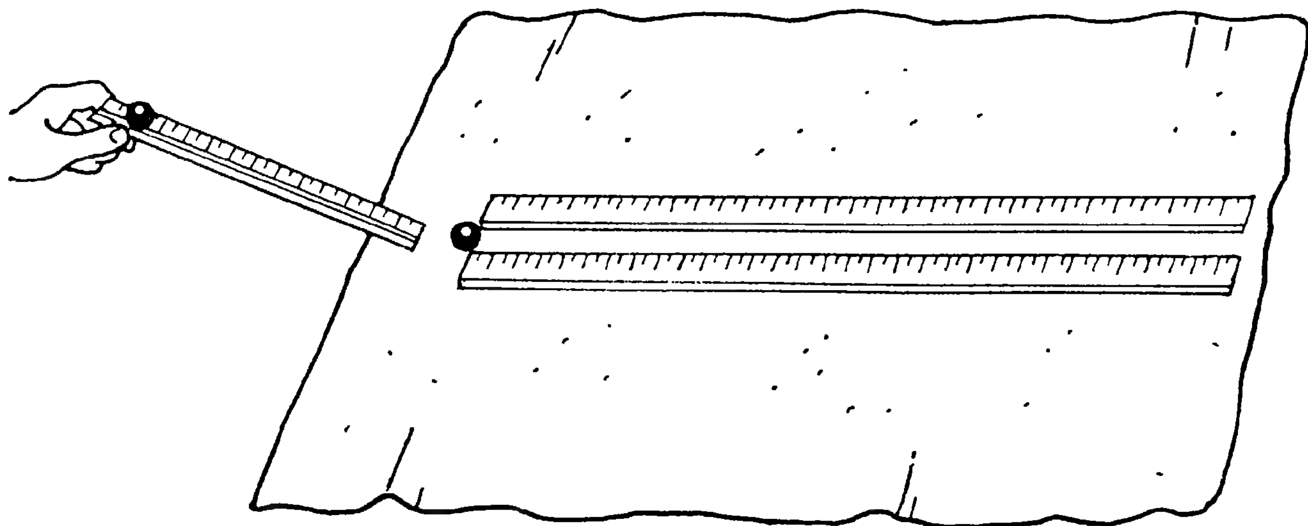
جعبه را از ارتفاعهای مختلف بین ۲/۵ تا ۸۰ سانتیمتر رها کنید و میزان حرکت دانه های ذرت را مقایسه کنید.

۲- آیا مواد مختلف، بر اثر یک میزان معین انرژی لرزشی، حرکات متفاوت خواهند داشت؟

آزمایش را تکرار کرده و این بار به جای دانه های ذرت، از مواد مختلفی مانند نمک، شن و ماسه استفاده کنید. نتایج آزمایش را یادداشت کنید.

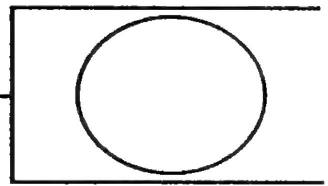
نمایش دهید

شما می توانید با استفاده از دو عدد تیله، دو خط کش چوبی بزرگ، و یک خط کش معمولی انرژی ها را مقایسه کنید. برای اینکه آزمایش بهتر انجام شود، حوله ای را روی کف مسطحی پهن کنید. یک تیله را بین دو سر خط کش های چوبی بزرگ، که روی حوله قرار داده اید، بگذارید (مانند شکل). سپس خط کش معمولی را به طور مورب طوری نگهدارید که اگر یک تیله از روی آن بطرف پایین حرکت کند، با تیلهٔ بین دو خط کش چوبی بزرگ برخورد نماید. آزمایش را با تغییر ارتفاع و شیب خط کش معمولی چندین بار تکرار کنید تا اینکه تیلهٔ ساکن یکبار به اندازهٔ ۲/۵ سانتیمتر و بار دیگر به اندازهٔ ۸۰ سانتیمتر به طرف جلو حرکت کند. با رسم نمودار و شکل، ارتفاع خط کش ها را در این دو حالت مقایسه کنید. توجه داشته باشید که این دو ارتفاع نشان دهندهٔ اختلاف انرژی بین دو درجهٔ کامل مقیاس ریشتر می باشد.



مطالعه کنید

اعتقاد عمومی بر این است که بسیاری از زلزله های کوچک که در یک منطقه رخ می دهند، باعث رهایی انرژی و در نتیجه کاهش احتمال بروز یک زلزله شدید در آینده می شوند. با مقایسهٔ درجهٔ ریشتر زلزله های اندازه گیری شده، می توان نشان داد که این عقیده از نظر فیزیکی نادرست است. بطور مثال، زلزلهٔ سال ۱۹۷۱ سان فرانسیسکو دارای بزرگی ۶/۵ ریشتر و زلزله سال ۱۹۶۴ آلاسکا دارای بزرگی ۸/۵ ریشتر بودند. اختلاف بین این دو زلزله ۲ درجهٔ کامل ریشتر است. بنابراین می توان نتیجه گرفت که انرژی لرزشی زلزله آلاسکا ۳۲ × ۳۲ یا ۱۰۲۴ بار بیشتر از انرژی لرزشی زلزله سانفرانسیسکو بوده است. این بدین معنی است که باید ۱۰۲۴ بار زلزله با بزرگی زلزله سانفرانسیسکو (۶/۵ ریشتر) رخ دهد تا انرژی برابر زلزله آلاسکا (۸/۵ ریشتر) تولید شود.



۱۵

شدت زلزله

پرسش

چگونه فاصلهٔ سطح زمین از مرکز زلزله بر شدت زلزله اثر می گذارد؟

مواد مورد نیاز

- یک جعبهٔ مقوایی که کف آن به ابعاد حدود ۳۰ سانتیمتر × ۴۵ سانتیمتر باشد.
- یک جعبه مهره های بازی دامینو

روش آزمایش

۱- جعبه را وارونه روی یک سطح هموار، مثل کف اطاق، قرار دهید.

۲- با استفاده از مهره های دامینو، دو خانهٔ کوچک روی جعبه مقوایی طوری بسازید که خانهٔ اول به فاصلهٔ ۱۰ سانتیمتری از یک لبهٔ جعبه و خانه دوم به فاصلهٔ ۱۰ سانتیمتری از لبهٔ مقابل قرار گیرند. برای ساختن خانه ها:

- چهار مهره دامینو را طوری کنار هم قرار دهید که چهار دیوار خارجی خانه را تشکیل دهند.
- یک مهره دامینو را بالای آن چهار دیوار بعنوان سقف خانه قرار دهید.

۳- جلوی یکی از خانه های دامینویی، ده بار به آرامی با انگشت به روی جعبه ضربه بزنید.

۴- چگونگی حرکت خانه های دامینویی را مشاهده کنید.

نتایج آزمایش

ضربه های انگشت سبب جابجایی مهره های دامینو می شوند. خانه ای که نزدیکتر به محل ضربه است، بیشتر از خانه ای که دورتر قرار گرفته صدمه خواهد دید.

چرا؟

ضربه زدن به جعبه سبب تولید موجهایی از انرژی لرزشی در سطح بالای جعبه می شود. این انرژی با دور شدن از محل ضربه، ضعیف می شود. مهره های دامینو در خانهٔ نزدیکتر به محل ضربه، انرژی لرزشی بیشتری دریافت کرده و در نتیجه بیشتر حرکت می کنند. **شدت زلزله** معمولاً در

نزدیکی منبع اولیه لرزش بیشتر می باشد. البته این ممکن است همیشه حقیقت نداشته باشد زیرا شدت زلزله نشان دهنده میزان کل خسارت های وارد شده در اثر زلزله می باشد. این خسارتها شامل اثرات زلزله بر روی زمین، میزان تغییرشکل ساختمانها، تعداد کشته شدگان و زخمی ها و دیگر صدمات وارده می باشند.

فاصله از منبع لرزش در شدت زلزله اثر می گذارد. البته شدت زلزله به عوامل دیگری از قبیل طبیعت زمین و پایداری ساختمانها نیز بستگی دارد. لرزشهای ناشی از یک زلزله که منبع آن در دریا باشد می تواند سبب خسارت در روی زمینی که کیلومترها از آن فاصله دارد بشود. در این حالت، شدت زلزله در مناطق دورتر موثر خواهد بود.



مهره های بازی دامینو

پژوهش کنید

۱- آیا نوع و کیفیت ساختمان در شدت زلزله تأثیر می گذارد؟ آزمایش بالا را با استفاده از مواد مختلف تکرار کنید. مثلاً ساختمانی که از کارتهای بازی کودکان ساخته شده است، می تواند نشانگر سازه هایی باشد که دارای اسکلت بندی ضعیفی هستند. سازه های دیگر مثل خانه ای که از جعبهٔ مقوایی ساخته شده است می تواند نشانگر ساختمانی باشد که چهارچوبهای آن بطور محکم به یکدیگر متصل هستند.

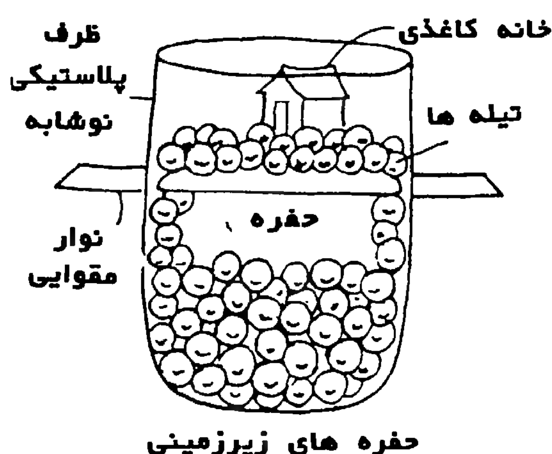
* **پیشنهاد برای نمایشگاه علمی:** خانه های مختلفی را که برای آزمایش بالا می سازید، در نمایشگاه به نمایش بگذارید. مشخص کنید که به کدام نوع سازه خسارت و صدمه بیشتری وارد می شود.

۲- چگونه پوستهٔ کره زمین در شدت زلزله تأثیر می گذارد؟
آزمایش بالا را تکرار کنید و این بار خانه ها را روی سطح هایی که از مواد مختلف ساخته شده اند، قرار دهید. برای مثال می توانید خانه ها را بر روی کف یک دیگ فلزی و یا یک سینی که پر از برنج خام و یا ماسه است، بسازید.

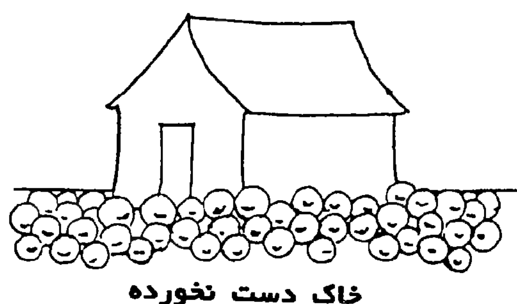
* **پیشنهاد برای نمایشگاه علمی:** تصاویری از سطوح مختلف که بر روی آنها خانه ساخته اید را تهیه کرده و همراه با نتایج هر آزمایش، در نمایشگاه به نمایش بگذارید.

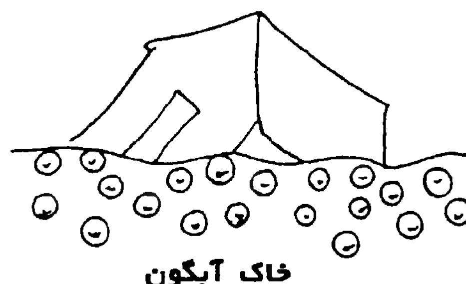
نمایش دهید

۱- **حفره های زیرزمینی** که بر اثر حل شدن صخره های سنگ آهک بوجود می آیند، باعث افزایش بسیار زیاد شدت زلزله می شوند، ارتعاشات زلزله باعث فروریختگی این حفره ها و درنتیجه بلعیده شدن ساختمانها و دیگر تأسیسات روی زمین به داخل آن می شود. یک نمونه از این نوع حفره ها را بسازید و به نمایش بگذارید. بدین منظور، مانند شکل، از تیله یا سنگ ریزه، ظرف پلاستیکی نوشابه که نصف بالایی آن را بریده باشید، و یک نوار مقوایی که خودتان می توانید درست کنید، استفاده نمایید. وقتی که آن را آماده کردید، نوار مقوایی را بیرون بکشید و فروریختن حفره ها را نشان دهید.



حفره های زیرزمینی

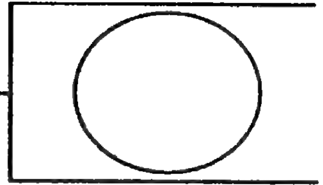

خاک دست نخورده


خاک آبگون

۲- زلزله باعث می شود که **خاکریزها** (زمین هایی که با افزودن خاک، سنگ، آشغال و یا دیگر مواد پرکننده ساخته شده باشند) از حالت یک زمین نسبتاً محکم تغییر کرده و حالتی روان و سست پیدا کنند. یک نمودار کشیده و این تغییر حالت را نشان دهید. پیش از زلزله، دانه های دست نخوردهٔ خاک روی یکدیگر قرار گرفته و سبب می شوند که خاک بتواند وزن ساختمانی را که روی آن بنا می شود، تحمل نماید. لرزشهای ناشی از زلزله باعث می شود که آب موجود در خاک، دانه هارا جابجا کرده و سبب تضعیف توانایی تحمل بار شود.

مطالعه کنید

درجهٔ ریشتر، انرژی لرزشی یک زلزله را اندازه گیری می کند و حال آنکه **درجهٔ مرکالی** شدت زلزله را تعیین می کند که شامل خسارات وارده به زمین، ساختمانها و مردم می باشد. دربارهٔ مقیاس مرکالی که دارای ۱۲ درجه است مطالعه کرده و لیستی تهیه کنید که شدت زلزلهٔ هر درجه را نشان دهد. این لیست را در نمایشگاه به نمایش بگذارید.



۱۶

شکستگی

پرسش

چگونه زلزله سبب شکستگی سطح زمین می شود؟

مواد موردنیاز

- دستمال کاغذی
- خط کش

روش آزمایش

۱- یک دستمال کاغذی را از وسط تا کنید.

۲- گوشه های دستمال تا شده را در دستهایتان بگیرید.

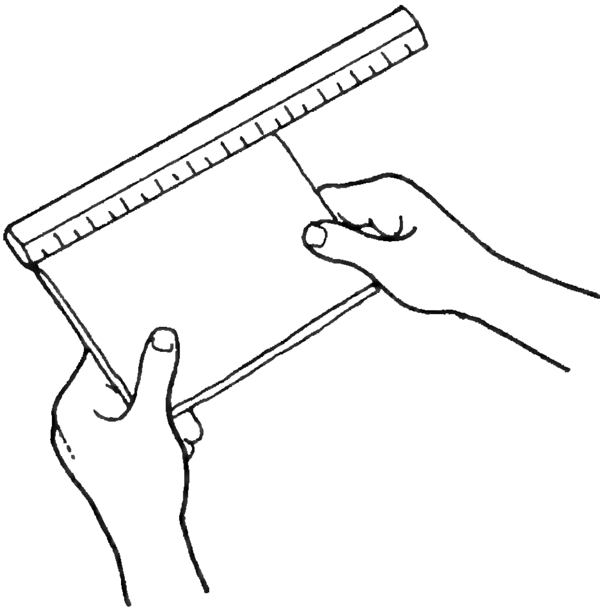
۳- طول دستمال کاغذی تا شده را اندازه بگیرید.

۴- به آرامی دو طرف دستمال کاغذی را بکشید بدون اینکه دستمال پاره شود و سپس آن را رها کنید.

۵- طول قسمت تا شده را بار دیگر اندازه بگیرید.

۶- آهسته دو طرف دستمال کاغذی را بکشید تا پاره شود.

۷- به حرکت دستمال کاغذی توجه کنید.





نتایج آزمایش

دستمال کاغذی کمی کشیده می شود و با رها شدن، به جای اول خود برمی گردد. اما کشیدن زیاد سبب پاره شدن دستمال کاغذی می شود. در لحظه ای که دستمال کاغذی دو تکه می شود، دستهای شما به سرعت از هم دور شده و باعث می شود که دو قسمت دستمال کاغذی از هم جدا شوند.

چرا؟

خاصیت ارتجاعی دستمال کاغذی سبب می شود که بتوان دستمال را کشید و سپس آن را به شکل اول برگرداند. تمام جامدات، حتی سنگها، بر اثر اعمال نیرو کشیده شده و بسیاری از آنها با از بین رفتن نیرو به شکل اولیه خود برمی گردند. نیرویی که بر روی یک جسم جامد وارد شده و آن را می کشد، **نیروی کششی** نامیده می شود. مواد جامد دارای **خاصیت ارتجاعی محدودی** هستند و اگر بیشتر از حد طبیعی اشان کشیده شوند، شکسته می شوند. بطور مثال، در آزمایش بالا پاره شدن دستمال کاغذی هنگامی اتفاق افتاد که دستمال بیشتر از حد ارتجاعی اش کشیده شد. نیروهای کششی درون زمین نیز می توانند سنگها را بیش از حد ارتجاعیشان کشیده و سبب ایجاد شکاف در زمین شوند. انرژی لرزشی ناشی از زلزله، تولید نیروهایی می کند که می توانند سبب ایجاد شکاف در پوستهٔ خارجی کرهٔ زمین گردند. حدّ ارتجاعی لایهٔ سنگی زمین در میزان خسارتهای وارده ناشی از نوسانهای زلزله، تأثیر می گذارد.

پژوهش کنید

۱- آیا جهت تا شدن دستمال کاغذی در نتیجهٔ آزمایش تأثیر دارد؟

آزمایش را تکرار کرده و دستمال کاغذی را در جهات مختلف از جمله در جهت قطر آن تا کنید.

۲- آیا نوع کاغذ در نتیجهٔ آزمایش تاثیر دارد؟

آزمایش را تکرار کرده و کاغذهایی از جنس های مختلف از قبیل کاغذ تایپ، کاغذ روزنامه و حولهٔ کاغذی استفاده کنید.

* **پیشنهاد برای نمایشگاه علمی:** به عنوان بخشی از فعالیتهای نمایشگاهی، عکسهایی از زمین هایی که بر اثر زلزله شکاف برداشته شده اند، تهیه کرده و به نمایش بگذارید.

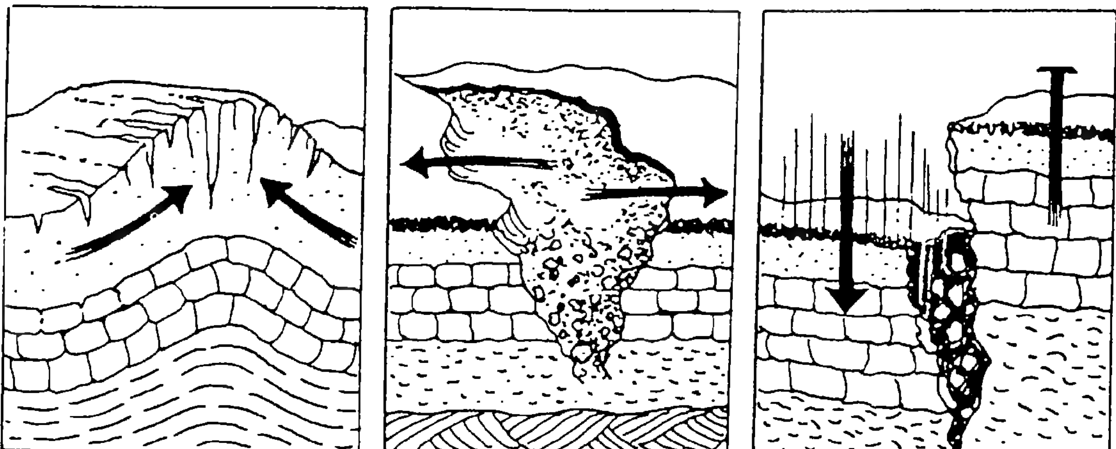
نمایش دهید

۱- بعضی از شدیدترین خسارتهایی که در اثر زلزله وارد می شوند، ناشی از نیروهایی هستند که لایه های سنگ را پیچانده و می شکنند. این نیروهای پیچ دهنده را **نیروی برشی** می نامند که می توان آن را با قرار دادن انگشتهای شست در کنار یکدیگر و روی دستمال کاغذی و پیچاندن انگشتان نمایش داد. عکس دستمال کاغذی را پیش و پس از پیچاندن به نمایش بگذارید تا پارگی بر اثر نیروی برشی را نشان دهید

۲- خاصیت ارتجاعی مواد مختلف از جمله مداد، چوب، و یا بیسکویت را آزمایش کنید. دو طرف هر یک از این اشیاء را در دست بگیرید و آنها را آنقدر فشار دهید تا بشکنند. نیروی لازم برای شکستن هر یک از این اشیاء را با هم مقایسه کنید. عکسهای این آزمایش را همراه با روش آزمایش و جنس مواد مورد آزمایش در نمایشگاه به نمایش بگذارید.

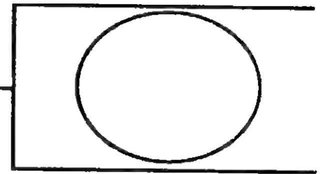
مطالعه کنید

زلزله سبب می شود که سطح زمین به هم فشرده شده، از هم جدا شده و یا به هم بپیچد. این حرکت ها به ترتیب از فشار، کشش، و نیروی برشی حاصل می شوند. درباره حرکت سطح زمین که بر اثر این نیروها تولید می شود، بیشتر مطالعه کنید. طرحهایی بکشید که نشان دهندهٔ خسارتهایی باشد که هر یک از این نیروها می توانند وارد کنند. می توانید تصاویر عملکرد این نیروها بر پوستهٔ خارجی زمین را در کتابهای مربوط به علوم زمین پیدا کنید.



نیروی برشی (پیچ دهنده) نیروی کششی (جداکننده) نیروی فشاری (نزدیک کننده)

۱۷



موجهای بزرگ

پرسش

چگونه زلزله ها بر سطح آب دریا اثر می گذارند؟

مواد مورد نیاز

- خمیر مجسمه سازی
- خط کش چوبی بزرگ
- وان حمام (یا یک تشت بزرگ)
- ظرف کیک پزی دردار به ابعاد ۲۰ سانتیمتر × ۳۰ سانتیمتر

روش آزمایش

۱- با استفاده از خمیر مجسمه سازی خط کش چوبی را بطوریکه عدد صفر آن در پایین خط کش قرار گیرد، در یک سمت وان حمام به حالت ایستاده قرار دهید.

۲- وان را به اندازهٔ ۱۰ سانتیمتر از آب پر کنید.

۳- صبر کنید تا سطح آب آرام شود.

۴- در ظرف کیک پزی را بگذارید و محکم کنید.

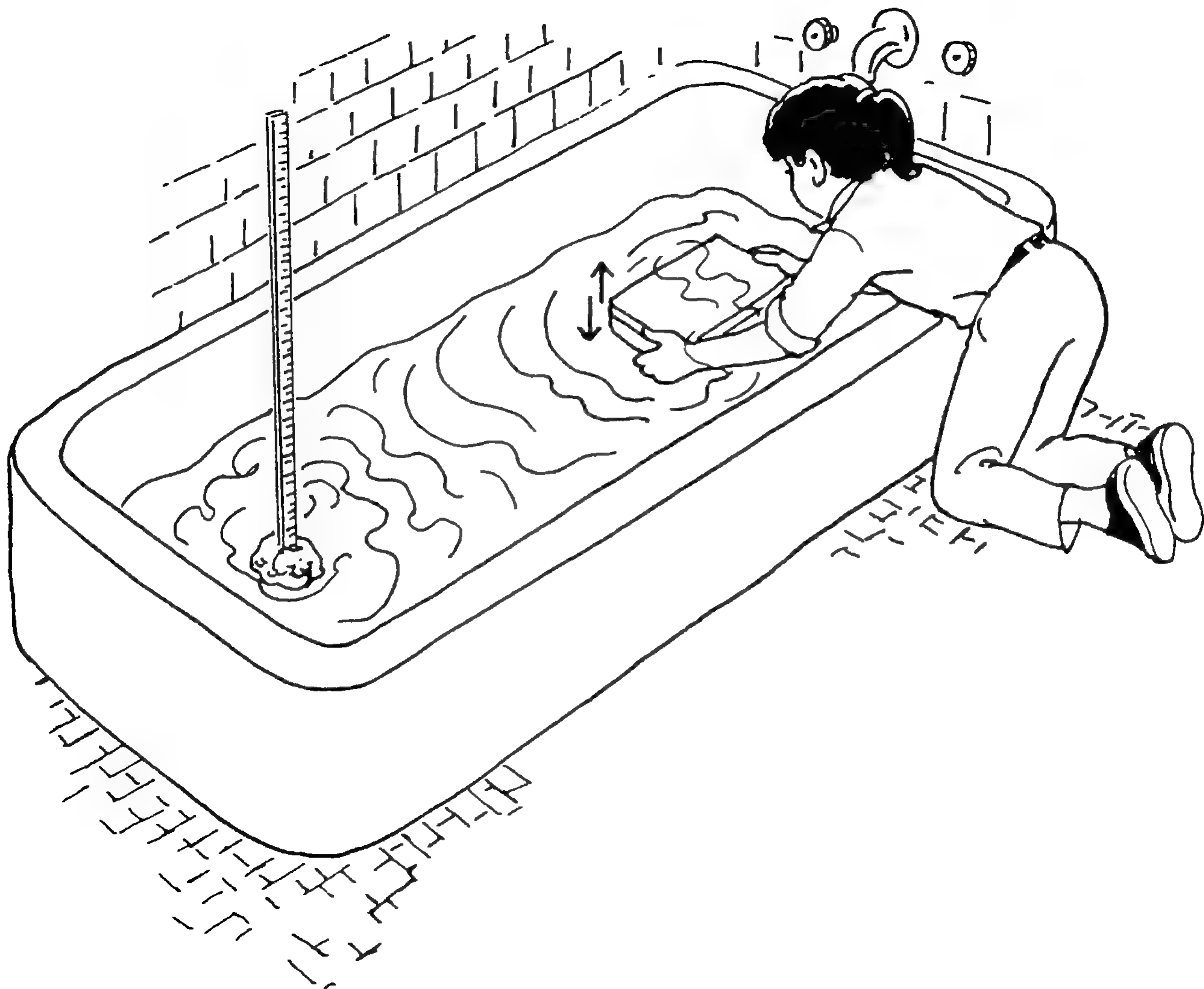
۵- در سمت دیگر وان حمام، ظرف را به داخل آب فرو برده و سپس سریع بالا بیاورید.

۶- بالا و پایین بردن ظرف را سه بار تکرار کنید.

۷- تغییر حرکت سطح آب داخل وان را از طریق خط کش چوبی مشاهده کنید.

نتایج آزمایش

بالا و پایین بردن ظرف تولید موج کرده و این موجها به سرعت بطرف خط کش چوبی حرکت می کنند. در نتیجه، سطح آب ابتدا به بالاتر و سپس به پایین تر از سطح آب وان یعنی ۱۰ سانتیمتر، تغییر می کند.



چرا؟

حرکت بالا – پایین ظرف، سبب می شود که سطح آب همراه با ظرف بالا و پایین برود. انرژی آب در حال حرکت، از یک مولکول آب به مولکول بعدی منتقل شده و سبب انتشار موج در سطح آب می شود. موجهای ناشی از زلزله می توانند قطعات سنگی کف دریا را حرکت دهند. وقتی حرکات سنگها بطرف بالا – پایین باشد، آن را **جابجایی عمودی** می نامند که باعث می شود آب روی سنگها همراه با کف دریا بالا و پایین برود.

جابجایی عمودی سبب می شود که آب ابتدا عقب نشینی کرده و سپس بصورت موجی عظیم با ارتفاع زیاد و سرعتی که به حدود ۸۰۰ کیلومتر در ساعت هم می رسد، برگردد. گاهی در اقیانوس ها بین این موجهای عظیم عمودی دورهٔ آرامی وجود دارد که حدود ۱۵ تا ۴۵ دقیقه طول می کشد. گاهی این **موجهای بزرگ** را به اشتباه **موجهای جذر و مدی** می نامند، ولیکن نام صحیح آنها **موجهای دریایی زلزله** می باشد. اسم ژاپنی اینگونه موجها **سونامی** است که **زلزله شناسان** هم همان نام را به کار می برند.

پژوهش کنید

۱– چگونه سرعت جابجایی عمودی صخره ها بر روی آب اثر می گذارد؟

آزمایش را دو بار تکرار کنید. بار اول، ظرف را به آرامی بالا و پایین ببرید و در آزمایش دوم آن را سریع حرکت دهید. تغییرات ارتفاع آب را برای هر آزمایش مشاهده کرده و یادداشت کنید.

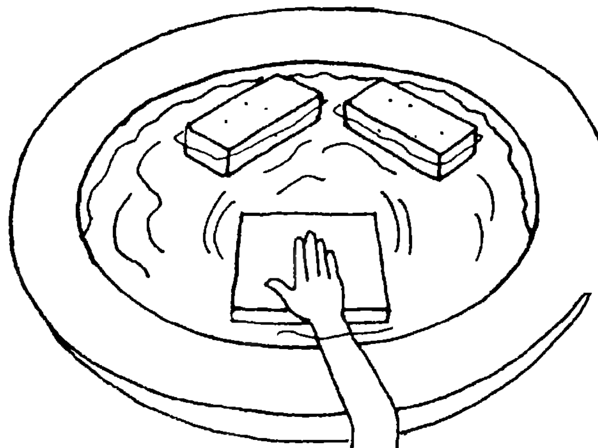
۲- آیا شکل ساحل در ارتفاع موج اثر می گذارد؟

آزمایش اولیه را تکرار کرده و این بار با قرار دادن آجر در کنار دیواره های وان، در سمتی که خط کش چوبی قرار دارد، مسیر حرکت آب را باریکتر کنید. قبلاً یک حوله کف وان قرار دهید تا از خراشیدگی کف آن بوسیلهٔ آجر جلوگیری شود. آجرها را در دو طرف وان روی هم قرار دهید و سپس تعداد آجرها را تغییر داده و ارتفاع موجهایی را که تولید می شوند مشاهده کرده و یادداشت کنید.

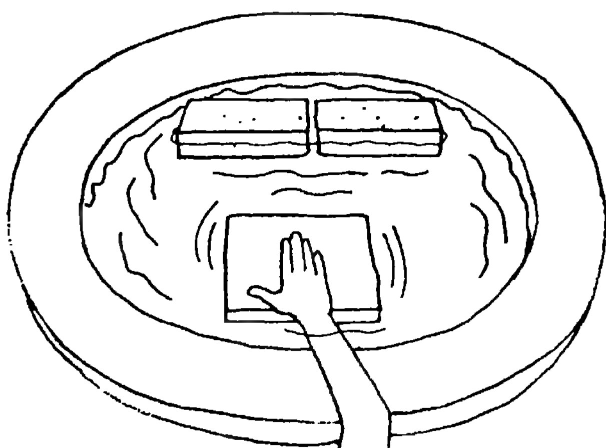
* **پیشنهاد برای نمایشگاه علمی:** دیاگرامهایی تهیه کرده و ارتفاع موجهایی را که در هر آزمایش تولید می شوند، نشان دهید. این دیاگرامها را در نمایشگاه به نمایش بگذارید.

نمایش دهید

کف یک تشت را به ارتفاع ۵ سانتیمتر آب بریزید. کنار تشت دو آجر را در امتداد هم قرار دهید. یک قطعه تخته چوبی را جلوی آجرها بگذارید. تخته را به داخل آب فشار دهید و سپس آن را رها کنید تا به سطح آب برگشته و ایجاد موج کند. این کار را تکرار کنید تا تعدادی موج به طرف آجرها حرکت کنند. سپس آجرها را به شکل عدد ۷ کنار هم بگذارید ولی دقت کنید که انتهای ۷ باز باشد (مانند شکل). دوباره با قطعهٔ تختهٔ یک سری موج جدید ایجاد کنید. تصویرهای این آزمایش را در نمایشگاه به نمایش بگذارید و نشان دهید که چگونه حرکت موج ها در خلیج ها و تنگه ها با حرکت موج در سواحل باز دریا متفاوت است.



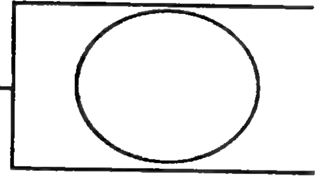
نمونه یک خلیج و یا تنگه



نمونه یک ساحل باز دریا

مطالعه کنید

بعضی از عظیم ترین سوانح طبیعی روی کرهٔ زمین از زلزله های شدید ناشی شده اند. بطور مثال، زلزله ای در روز اول نوامبر سال ۱۷۵۵ در شهر **لیسبون** پرتقال اتفاق افتاد که بسیاری از خانه های شهر را ویران کرد و باعث ایجاد سونامی بسیار عظیمی شد. درباره این زلزله و زلزله های دیگر که ایجاد سونامی کرده اند گزارشی بنویسید. نقشه ای تهیه کرده و محل بروز این سونامی های مرگبار را نشان دهید.



۱۸

مدت دوام زلزله

پرسش

مدت دوام زلزله چه اثری بر سطح زمین می گذارد؟

موادمورد نیاز

- یک جعبه کفش بزرگ
- دانه های ذرّت خام
- زمان سنج (تایمر)
- قاشق فلزی

روش آزمایش

۱- جعبه کفش را بطور وارونه روی میز قرار دهید.

۲- روی جعبه را با یک لایه ذرّت بپوشانید.

۳- جعبه را با یک دست محکم نگهدارید.

۴- زمان سنج را روی پنج ثانیه قرار دهید.

۵- بلافاصله و به آرامی با قاشق به دیواره های کنار جعبه بزنید.

۶- حرکت ذرت ها را بر اثر ضربهٔ قاشق مشاهده کنید.

۷- با تمام شدن پنج ثانیه، ضربه زدن را متوقف کنید.

۸- زما ن سنج را روی ۱۰ ثانیه قرار دهید و آزمایش را تکرار کنید.

۹- حرکت ذرت ها را بر اثر ضربه زدن به کنار جعبه مشاهده کنید.

نتایج آزمایش

ضربه زدن به دیوارهٔ جعبه باعث ارتعاش دانه های ذرت می شود. ذرت هایی که کنار لبهٔ جعبه باشند به پایین می افتند و آنهایی که دورتر از لبهٔ جعبه هستند فقط کمی حرکت می کنند. با طولانی تر شدن زمان ضربه زدن، دانه های ذرت از جای اصلی شان دورتر می شوند.



چرا؟

هر چه طول زمان زلزله بیشتر باشد، انرژیی که به مناطق تحت تأثیر می رسد بیشتر بوده و در نتیجه خسارت وارده بیشتر می شود. طول زمان یک زلزله بستگی به میزان انرژی لرزشی رها شده از زلزله دارد. به انرژی لرزشی، بزرگی زلزله می گویند که با **مقیاس ریشتر** اندازه گیری شده و دارای ۹ درجهٔ از ۱ تا ۹ می باشد. طول زمان مشخصی برای زلزله وجود ندارد، ولی معمولاً زلزله های با انرژی لرزشی متوسط (با بزرگی تا حدود ۶ ریشتر) بین ۵ تا ۱۰ ثانیه طول می کشند. زلزله های شدید (با بزرگی ۶/۵ تا ۷/۵ ریشتر) بین ۱۵ تا ۳۰ ثانیه و بالاخره زلزله های بسیار شدید (با اندازهٔ ۷/۵ ریشتر و یا بیشتر) بین ۳۰ تا ۶۰ ثانیه طول می کشند.

پژوهش کنید

۱- در آزمایش این درس، ضربه زدن آرام به جعبه به مدت ۵ تا ۱۰ ثانیه نشان دهندهٔ بزرگی و طول زمان یک زلزله متوسط می باشد. آزمایش بالا را دو بار دیگر تکرار کرده و حالت زلزله های شدید و بسیار شدید را نشان دهید. در آزمایش اول برای مدت ۱۵ ثانیه بطور شدید و در آزمایش دوم برای مدت ۳۰ ثانیه به طور شدیدتر ضربه بزنید.

* **پیشنهاد برای نمایشگاه علمی:** در سه آزمایش بالا، تعداد دانه های ذرتی که از روی جعبه می افتند را با بزرگی و طول زمان ضربه زدن مقایسه کنید.

۲- چگونه پوشش های مختلف زمین در میزان ارتعاشات اثر می گذارند؟

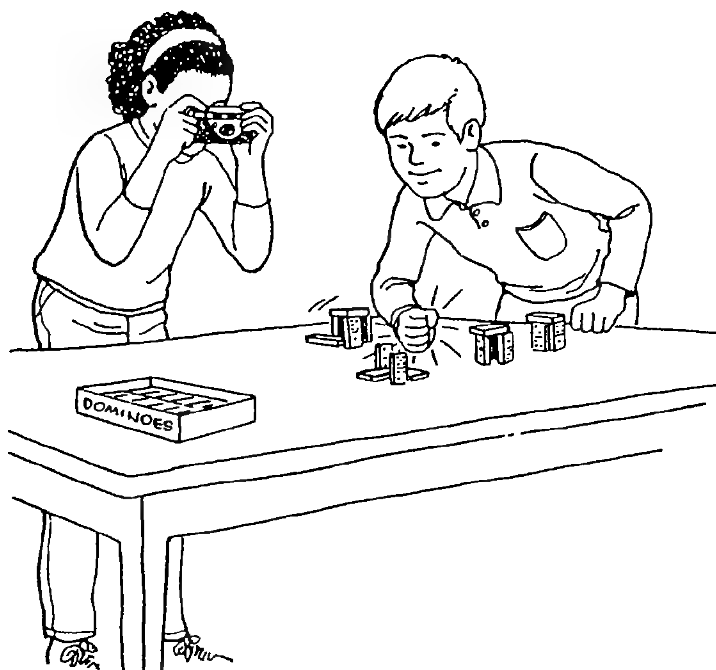
روی جعبه را خاک بپاشید و آزمایش را تکرار کنید (آزمایش را در خارج از ساختمان انجام دهید و یا آنکه یک سینی بزرگ زیر جعبه قرار دهید که خاک داخل آن بریزد).

* **پیشنهاد برای نمایشگاه علمی:** تصاویری از سطح جعبه، پیش و پس از ضربه زدن تهیه کرده و آنها را در نمایشگاه به نمایش بگذارید. این تصاویر را به ترتیب، از کمترین تا بیشترین طول زمان ضربه زدن، به نمایش بگذارید.

نمایش دهید

تأثیر طول زمان زلزله بر روی ساختمانها چیست؟

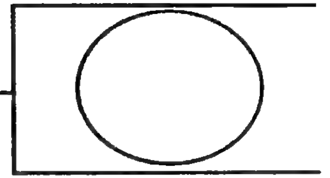
از مهره های دامینو و یا مکعبهای چوبی خانه ای به فاصلهٔ ۳۰ سانتیمتری از لبهٔ میز بسازید (آزمایش درس ۱۵ روش ساختن خانه از مهره های دامینو را آموزش می دهد). با مشت خود به آرامی به لبه میز، در سمتی که نزدیک به خانه ها است، به مدت ۱۰ ثانیه ضربه بزنید. تغییراتی که در ساختمان خانه ها بوجود می آید را مشاهده کنید، اگر خساراتی به خانه وارد شده باشد آن را تعمیر کنید و آزمایش را تکرار کنید ولی این بار به مدت ۳۰ ثانیه ضربه بزنید. تصاویری از خانه ها، پیش و پس از ضربه زدن به میز، تهیه کرده و آنها را در نمایشگاه به نمایش بگذارید.



مطالعه کنید

زلزله ها معمولاً برای مدت کوتاهی یعنی از ۱۰ تا ۶۰ ثانیه طول می کشند. درباره زلزله های مختلفی که ثبت شده اند مطالعه کرده و با تهیه یک نمودار، آنها را به سه دسته زلزله های متوسط، شدید و بسیار شدید تقسیم کنید.

۱۹



حرکت های جانبی

پرسش

چگونه ساختمانها نسبت به حرکتهای جانبی (از یک سمت به سمت دیگر) ناشی از زلزله واکنش نشان می دهند؟

مواد مورد نیاز

- یک برگ کاغذ سمباده زبر
- فنر بازی پلاستیکی

روش آزمایش

۱- کاغذ سمباده را روی میز قرار دهید.

۲- یک سر فنر پلاستیکی را روی کاغذ سمباده قرار دهید.

۳- گوشهٔ کاغذ سمباده را با انگشتان بگیرید و آن را بطور سریع حدود ۱۵ سانتیمتر بطرف جلو بکشید.

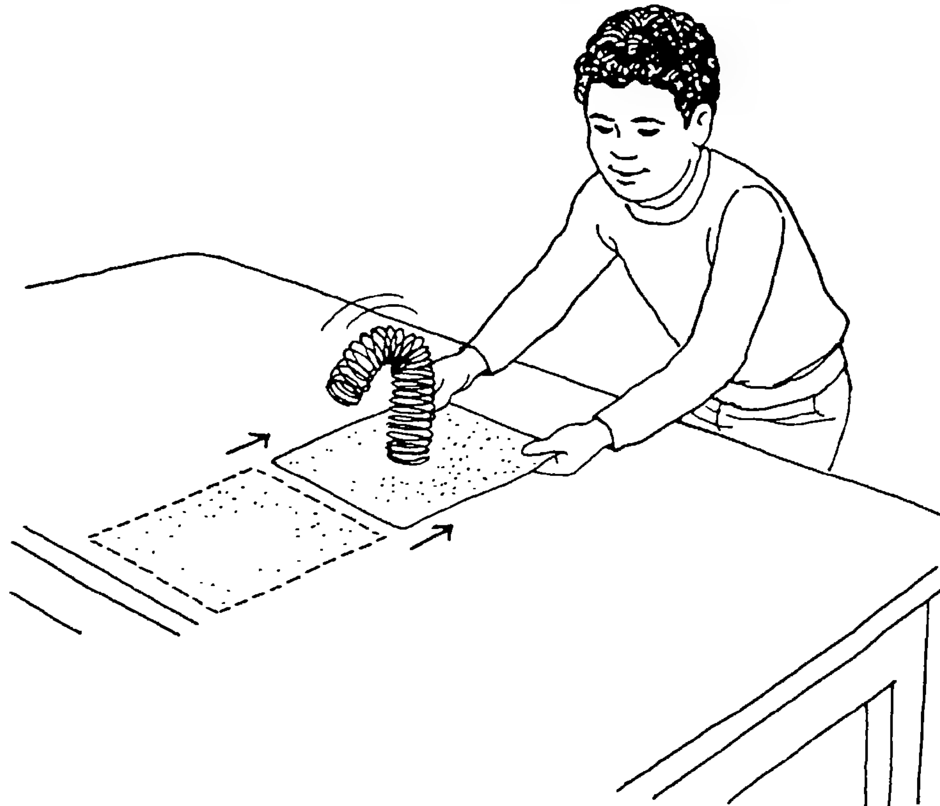
۴- حرکت فنر پلاستیکی را مشاهده کنید.

نتایج آزمایش

با کشیدن کاغذ سمباده به طرف جلو، قسمت پایین فنر پلاستیکی به یک سمت کشیده می شود و قسمت بالای فنر ابتدا به طور موقت عقب مانده و سپس به حالت اولیه برمی گردد.

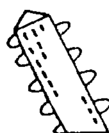
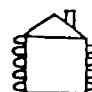
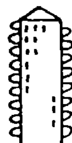
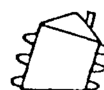
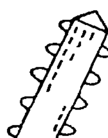
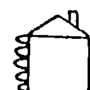
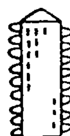
چرا؟

بر اثر حرکت کاغذ سمباده، انتهای فنر به یک سمت کشیده می شود. نظیر همین حرکت زمانی رخ می دهد که بر اثر زلزله، زمین زیر یک ساختمان در جهت جانبی (یعنی از یک سمت به سمت دیگر) حرکت کند. این نوع حرکات جانبی بسیار مخرب هستند چون سبب خم شد دیوارها به یک سمت می شوند. **مقاومت در برابر حرکت** (یعنی تمایل یک جسم در حالت استراحت، به باقی ماندن در همان حالت) سبب می شود که قسمت بالای فنر و یا یک ساختمان برای یک لحظه به



حالت کج باقی بماند و سپس به حالت اولیه خود برگردد. در طول زمان یک زلزله معمولی که حدود ۱۵ ثانیه ادامه پیدا می کند، یک ساختمان ممکن است بین ۱۵ تا ۱۰۰ مرتبه خم شده و سپس به حالت اولیه خود برگردد.

حرکت های جانبی ساختمانهای کوتاه و بلند هنگام زلزله

ساختمان کوتاه		ساختمان بلند
	ساختمانها پیش از زلزله	
	زمین به سمت چپ حرکت می کند	
	ساختمانها به حالت اول برمی گردند	
	زمین به سمت راست حرکت می کند	
	ساختمانها به حالت اول برمی گردند	

پژوهش کنید

۱– زلزله ها صبر نمی کنند تا یک موج انرژی یک دور کامل از زمین به بالای ساختمان و از بالای ساختمان به زمین را تکمیل کند، پیش از آنکه موج بعدی انرژی وارد ساختمان بشود. اگر فنربازی موج های انرژی را از جهات مختلف دریافت کند، چه خواهد شد؟
آزمایش را تکرار کنید ولی این بار کاغذ را ضمن عقب و جلو بردن، بلرزانید.

* **پیشنهاد برای نمایشگاه علمی:** دیاگرامها و تصاویر آزمایش را همراه با شرحی از نتایج آزمایش در نمایشگاه به نمایش بگذارید.

۲– آیا تأثیر حرکات جانبی زلزله بر ساختمانهای بلند بیشتر خواهد بود؟
آزمایش را تکرار کنید و این بار از یک فنربازی بلندتر استفاده کنید (می توانید دو فنر را به هم وصل کنید).

* **پیشنهاد برای نمایشگاه علمی:** نمونهٔ یک آسمانخراش را از کاغذ ساخته و آن را به فنر وصل کنید. این نمونه را همراه تصاویر و دیاگرامهایی که نشان می دهند ساختمان ها در هنگام نوسانهای زلزله و پس از آن چه تغییراتی می کنند، به نمایش بگذارید.

نمایش دهید

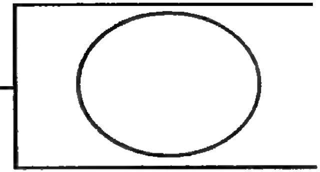
خاصیت مقاومت در برابر حرکت را با قرار دادن سر یک نوار کاغذ شمعی به ابعاد ۵ سانتیمتر × ۳۰ سانتیمتر در زیر یک لیوان آب نمایش دهید. انتهای آزاد نوار کاغذ را در دست بگیرید و آن را با یک حرکت سریع از زیر لیوان بیرون بکشید.

یادداشت: این کار احتیاج به تمرین دارد. بنابراین سعی کنید که لیوان آب را به فاصلهٔ حدود ۱۵ سانتیمتر از لبهٔ میز قرار دهید تا لیوان نیفتد. اگر شما کاغذ را به آرامی بکشید، لیوان بطرف جلو حرکت می کند.

مطالعه کنید

درباره حرکتهای نامنظم سازه هایی نظیر ساختمان و یا پل در هنگام زلزله مطالعه کنید.

۲۰



اسکلت بندی غیرمقاوم

پرسش

چگونه زلزله بر ساختمانهایی که دارای اسکلت بندی غیرمقاوم هستند. اثر می گذارد؟

مواد موردنیاز

– چسب کاغذی
– نی نوشابه
– کاغذ سفید بدون خط
– قلم ماژیک

روش آزمایش

۱– چهار نی نوشابه را با چسب کاغذی به هم وصل کنید تا اضلاع یک قاب چهارگوش را تشکیل دهند.

۲– کاغذ سفید را روی یک میز قرار دهید.

۳– قاب نی را در گوشهٔ سمت راست پایین کاغذ قرار دهید.

۴– با قلم ماژیک خطی دور قاب چهارگوش بکشید.

۵– با دست چپ خود، نی ضلع پایین را محکم روی کاغذ نگهدارید.

۶– با دست راست خود نی ضلع بالا را تا آنجا که امکان دارد بطرف چپ فشار دهید بدون آنکه بشکنند.

۷– قاب را در این حالت نگهداشته و با کمک همکلاسی خود دور موقعیت جدید با قلم خط بکشید.

نتایج آزمایش

ضلع پایینی قاب در جای خودش باقی می ماند درحالیکه اضلاع بالایی و جانبی بطرف چپ خم می شوند. جابجایی ضلع بالایی تا حدود ۵ سانتیمتر به سمت چپ مکان اولیه اش می باشد.



چرا؟

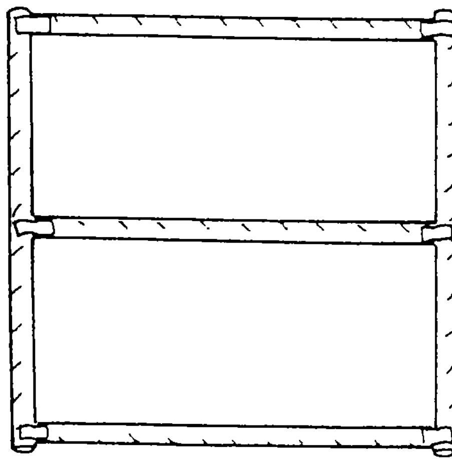
نی های نوشابه و نوارهای کاغذی که نی ها را به هم چسبانده اند، به این سازه **خاصیت انعطاف پذیری** می دهند. بدین معنی که سازه می تواند خم شود بدون اینکه بشکند. ساختمانهایی با **اسکلت بندی عمودی** (بالا – پایین) قابلیت انعطاف پذیری زیادی دارند. **حرکات جانبی** (از یک سمت به سمت دیگر) چنین ساختمانهایی در هنگام زلزله، ممکن است سبب خمیدگی اسکلت آنها و حتی فرو ریختن ساختمانها بشود که در آن صورت برای ساکنین آنها خطرناک بوده و به تجهیزات درون ساختمانها نیز خسارت وارد می شود.

پژوهش کنید

۱- آیا **بست های جانبی** در ساختمان سبب افزایش مقاومت آن و کاهش انعطاف پذیری خطرناک می شود؟
آزمایش را تکرار کرده و یک نی نوشابه را بطور افقی به میانهٔ قاب بچسبانید.

۲- چگونه وجود یک دیوار یک پارچه و توپر در میزان استحکام و یا انعطاف پذیری خطرناک ساختمان اثر می گذارد؟
به اینگونه دیوارها که به اسکلت ساختمان متصل باشند، **دیوارهای برشی** می گویند. برای اینکه تأثیر این دیوارها را تشخیص دهید، آزمایش این درس را تکرار کنید ولی این بار با استفاده از نوار چسب، داخل قاب اولیه را با یک قطعه مقوا بپوشانید.

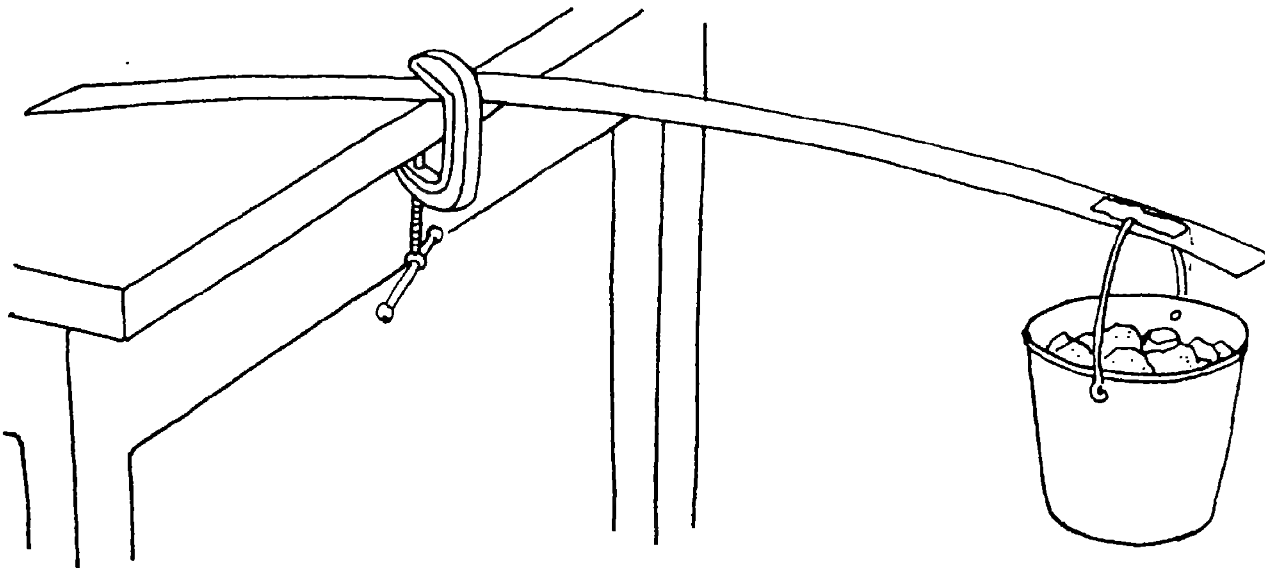
* **پیشنهاد برای نمایشگاه علمی:** نمونه هایی بسازید که نشان دهندهٔ دیوار برشی و نیز اسکلت بندی با بست های افقی و عمودی باشند. آنها را در نمایشگاه به نمایش بگذارید. دیاگرامهایی تهیه کرده و میزان انعطاف پذیری هر سازه را نمایش دهید.



جانبی

زمان نمایش

در مناطق زلزله خیز، ساختمانهایی بر اثر زلزله خراب نمی شوند که بتوانند خم بشوند بدون اینکه بشکنند. برای اینکه قابلیت انعطاف پذیری مصالح مختلف ساختمانی بطورمثال چوب، تخته سه لایی، آلومینیوم و غیره را آزمایش کنید. قطعه هایی از آنها را بصورت یک نوار بریده و با گیره به کناره میز وصل کنید. تعدادی قطعه سنگ را در داخل سطلی ریخته و آن را از انتهای نوار مصالح ساختمانی آویزان کنید. سپس به تدریج قطعات سنگ به داخل سطل اضافه کنید تا نوار بشکند. مصالح مختلف مورد آزمایش را به نمایش گذاشته و قابلیت انعطاف پذیری آنها را با هم مقایسه کنید.



مطالعه کنید

هنگام انتخاب مصالح برای اسکلت بندی فلزی ساختمان، **خاصیت ارتجاعی و مقاومت کششی** آنها باید در نظر گرفته شود. دربارهٔ مقاومت کششی و خاصیت ارتجاعی مواد مطالعه کرده و توضیح دهید که چرا این خصوصیات برای انتخاب مصالح ساختمانی در مناطق زلزله خیز بسیار مهم هستند.

فهرست لغات و معانی علمی و فنّی
(واژه شناسی)

*** توجه:**

به منظور فراهم نمودن زمینه پژوهش بیشتر دربارهٔ زلزله و همچنین آشنایی شما مربیان محترم و دانش آموزان عزیز با لغات و اصطلاحات فنی و علمی هر فصل کتاب، ضمن توضیح موارد ضروری، معادل انگلیسی آنها نیز نوشته شده است.

فصل ۱

- **شدت زلزله** Magnitude

میزان انرژی لرزشی آزاد شده در اثر زلزله

فصل ۲

- **نیروهای فشاری** Compression Forces

نیروهایی که از جهت مخالف به یکدیگر فشار وارد می آورند.

فصل ۳

- **لیتوسفر** Lithosphere

قسمت جامد و بیرونی کرهٔ زمین که شامل پوسته و بخش بالایی منتل می باشد.

- **صفحات تکتونیک** Tectonic Plates

صفحات عظیم سنگی بخش لیتوسفر کرهٔ زمین که می توانند حرکت کنند.

- **گسل** Fault

شکستگی در پوستهٔ زمین

- **اصطکاک** Friction

مقاومت نسبت به حرکت، نیرویی که بر اشیاء در حال حرکت وارد می شود تا آنها را متوقف کند.

- **گسل های قفلی** Lock Faults

محلی که دو صفحهٔ تکتونیک کرهٔ زمین، در اثر اصطکاک، بطور موقت به یکدیگر قفل می شوند.

- **مادهٔ روان کننده** Lubricant

ماده ای روان که سبب کاهش اصطکاک می شود.

- **فرضیّه** Hypothesis

حدس مطالعه شده برای حلّ یک مسئله

- **گسل های خزنده** Creeping Faults

گسلهایی که بطور مداوم و بسیار آهسته حرکت می کنند.

فصل ۴

- **انرژی بالقوه** Potential Energy

انرژی پتانسیل یک جسم به علت موقعیت مکانی آن

- **انرژی جنبشی** Kinetic Energy

انرژی حرکتی دارای شدت و جهت

- **ارتعاش** Vibrate

حرکت به طرف جلو و عقب

- **زلزله** Earthquake

تکان شدید زمین در اثر حرکت ناگهانی سنگهای زیرسطحی آن

- **برگشت ارتجاعی** Rebound

برگشت به شکل اولیه

فصل ۵

- **ماگما** Magma

سنگ مذاب درون کرهٔ مذاب

- **نواحی گودال ساز** Subduction Zones

مناطقی که در آن بخشی از لیتوسفر در حال فرو رفتن کرهٔ زمین سبب رانده شدن یک صفحهٔ تکتونیک به زیر صفحهٔ دیگر می شود.

- **ماهوارهٔ لیزری ژئودینامیکی** LAGEOS
- **حلقهٔ آتش منطقهٔ اقیانوس آرام** Pacific Ring of Fire

مناطق لرزه خیز منطقهٔ اقیانوس آرام

فصل ۶

- **کانون زلزله** Hypocenter (Focus)

نقطهٔ شروع زلزله در داخل زمین

- **مرکز زلزله** Epicenter

نقطه ای در سطح کرهٔ زمین که مستقیماً بالای کانون زلزله قرار دارد.

فصل ۷

- **جریان جابجایی** Convection Current

جریان در جهت بالا – پایین که به علت تغییر غلظت یک ماده، درنتیجه تفاوت درجه حرارت، روی می دهد.

- **مناطق زلزله خیز** Earthquake Zones

مناطقی که احتمال وقوع زلزله در آنها زیاد است.

- تکتونیک صفحات — Plate Tectonics
- لغزش قاره ای — Continental Drift

فصل ۸

- ضربه گیری — Dampening

متوقف کردن ارتعاشات

- انتقال امواج زلزله — Transmition of Earthquake Waves
- امواج یا نوسانات زلزله — Seismic Waves
- لایهٔ سنگی زیرزمینی — Bedrock

فصل ۹

- امواج بدنه ای — Body Waves

امواج زلزله در داخل زمین

- امواج اولیه زلزله (امواج P شکل) — P- Waves (Primary Waves)

پرانرژی ترین و سریعترین امواج زلزله که در زیر سطح زمین با سرعتی حدود ۵ کیلومتر در ثانیه حرکت می کنند.

- امواج ثانویه زلزله(امواج S شکل) — S-Waves (Secondary Waves)

امواج بدنه ای آهسته زلزله که در زیر سطح زمین با سرعتی حدود ۳/۶ کیلومتر در ثانیه حرکت می کند.

- امواج جانبی زلزله — Transverse Waves

امواجی که سبب لرزش قطعات سنگها در جهت بالا – پایین یا چپ – راست می شوند.

- ارتفاع موج زلزله — Amplitude

ارتفاع موج از سطح طبیعی زمین

- قلهٔ موج زلزله — Crest

مرتفعترین بخش موج

- درهٔ موج زلزله — Trough

گودترین بخش موج

فصل ۱۰

- پوسته — Crust

لایهٔ خارجی سطح زمین

- مدتل Mantle

دومین لایهٔ داخلی کرهٔ زمین

- هسته — Core

سومین یا درونی ترین لایهٔ داخلی کرهٔ زمین

فصل ۱۱

- **انعطاف پذیری** — Flexibility

قابلیت خم شدن یا کشیده شدن اشیاء بدون اینکه شکسته شوند.

- **امواج رالی** — Raleigh Waves

امواج زلزله که در جهت بالا و پایین حرکت می کنند.

فصل ۱۲

- **تغییر مسیر** — Refraction
- **چگالی** — Density

تعداد مولکولها در یک حجم معین ماده

- **زلزله شناسان** — Seismologists

دانشمندانی که دربارهٔ زلزله مطالعه و پژوهش می کنند.

فصل ۱۳

- **بزرگی زلزله** — Magnitude

اندازه یا مقدار انرژی لرزشی رها شده ناشی از زلزله

- **مقاومت نسبت به تغییر در حرکت** — Inertia
- **زلزله نگار** — Seismograph

ابزاری برای اندازه گیری و ثبت امواج ناشی از زلزله

- **زلزله گرام** — Seismogram

ثبت کتبی مقدار انرژی لرزشی رها شده ناشی از زلزله

فصل ۱۴

- **درجهٔ ریشتر** — Richter Scale

روش (سیستم) عددی برای اندازه گیری کل انرژی لرزشی یک زلزله

فصل ۱۵

- **شدت زلزله** — Intensity

اندازه گیری اثرات یک زلزله بر روی سطح زمین مانند میزان خسارات وارده بر ساختمانها، تعداد مجروحین و کشته شدگان و دیگر صدمات وارده.

- **حفره های زیرزمینی** — Sinkhole

حفره هایی که بر اثر حل شدن صخره های سنگ آهک بوجود می آیند.

- **خاکریزها** — Landfills

زمین هایی که با افزودن خاک، سنگ، آشغال و یا دیگر مواد پرکننده ساخته شده باشند.

- **درجه مرکالی** — Mercali Scale

روشی برای اندازه گیری شدت زلزله

فصل ۱۶

- **نیروهای کششی** — Tension Forces

نیروهایی که سبب فشردگی یا کشیدگی یک ماده می شوند.

- **حد خاصیت ارتجاعی** — Elastic Limit

حدی که در آن یک ماده کشیده شده، خاصیت ارتجاعی خود را از دست داده و می شکنند.

- **نیروهای برشی** — Shear Forces

نیروهایی که از جهت های مختلف بر یک شیئی وارد شده و سبب از هم گسیختگی آن می شوند.

فصل ۱۷

- **جابجایی عمودی** — Vertical Movement

حرکت در جهت بالا - پایین

- **موجهای بزرگ** — Mega Waves
- **موجهای جذر و مدی** — Tidal Waves

نامی معمولی ولی نادرست برای موجهای بزرگ دریایی. نام درست این گونه موجها، موجهای دریایی زلزله می باشد.

- **موجهای دریایی زلزله** — Seismic Sea Waves
- **سونامی [بدون تلفظ حرف T]** — Tsunamy (is)

نام ژاپنی برای موجهای دریایی زلزله

فصل ۱۸

- **طول زمان (مدت دوام) زلزله** — Duration of an Earthquake

مدت زمانی که یک زلزله ادامه دارد.

فصل ۱۹

- **حرکت های جانبی زلزله** — Lateral Movements of Earthquake

فصل ۲۰

- **اسکلت بندی عمودی** — Vertical Support
- **بست جانبی** — Lateral Brace

یک بست افقی بین دو ستون عمودی ساختمان

- **دیوارهای برشی** — Shear - Wall bracing

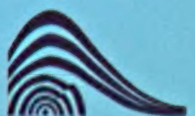
دیوارهای یکپارچه و توپُر

- **مقاومت کششی** — Tensile Strength


چگونه می توانیم با زلزله مقابله کنیم؟
با تحصیل بیشتر علم و دانش و مطالعه و تحقیق می توانیم از خطرهای زلزله پیشگیری کنیم.



شابک: ۳-۱۲-۶۴۹۰-۹۶۴
ISBN:964_6490_12_3



پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله